



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

Fruteiras Tropicais do Brasil

Alexey Naumov¹

Introdução

Este trabalho enfoca o cultivo, a nutrição mineral e a adubação de 11 fruteiras perenes, cultivadas nos trópicos. A grande maioria dos dados apresentados é originária do Brasil, porém estreitamente relacionados com os sistemas de produção de outros países tropicais, permitindo, desse modo, a aplicabilidade em outras partes do mundo.

Esse assunto é considerado de relevante importância para o Instituto Internacional da Potassa (IPI), inicialmente, pela ampla variedade de frutas tropicais, as quais podem ser vistas como reserva alimentar humana. As frutas tropicais são caracterizadas por sua riqueza em vitaminas e por apresentarem elevado valor nutritivo e, ainda, sabor especial. Essas características asseguram às frutas tropicais elevada demanda. No início do século 20 foi observado elevado crescimento na exportação de bananas para os mercados dos Estados Unidos e Europa, sendo posteriormente, seguido pelo aumento no consumo do suco de laranja. A crescente demanda dessas “commodities” estimulou a expansão dos plantios de bananas e citros na América Central e Caribe. Daí em diante, as frutas tropicais passaram a fazer parte da dieta alimentar diária de muitas pessoas nos países desenvolvidos e, também, daquelas dos países em desenvolvimento. Com isso, a demanda por frutos é cada vez crescente.

Quando da expansão da produção mundial de frutas tropicais, a América Latina vem despontando como um dos importantes produtores e exportadores, como resultado da globalização do comércio de frutas. O hábito de consumo, a rapidez na entrega dos produtos agrícolas frescos, *direto do campo para a mesa*, em razão dos modernos sistemas de transporte, da infra-estrutura de armazenamento e de tecnologias de processamento, a produção de frutas tropicais experimentou uma forte expansão, tanto na América Latina como em outras Regiões Tropicais. A expansão desse segmento da agricultura abriu novos espaços à produção e diversificação de frutas, trazendo aos consumidores uma vasta variedade de produtos, com os quais, a maioria deles, ainda não estava familiarizada. O aumento do número de adeptos de uma alimentação saudável está garantindo a expansão desse segmento de mercado, além

¹Alexey Naumov é Coordenador do Instituto Internacional da Potassa para a América Latina e Professor Associado da Faculdade de Geografia da Universidade Estadual de Moscou, Rússia, E: [mail:alnaumov@geogr.msu.ru](mailto:alnaumov@geogr.msu.ru).

do seu sucesso em um futuro próximo. A diversificação da agricultura no sentido produção de frutas tropicais traz como benefício a sustentabilidade da biodiversidade na superfície terrestre.

A crescente demanda mundial por frutas tropicais frescas ou processadas, requer aumento de produtividade, e isso, somente poderá ser conseguido com melhorias nas técnicas de cultivo, processamento e armazenagem, entre outras. Em muitos casos, a adoção de métodos tradicionais de cultivo resulta em: baixos rendimentos, produtos de baixa qualidade e vida de prateleira curta. A melhoria no estado nutricional das fruteiras acredita-se, seja a principal chave capaz de amenizar essa situação, tendo em vista a baixa fertilidade natural da maioria dos solos por um lado e do outro a grande exigência em nutrientes das plantas perenes em relação às anuais. A irrigação, por sua vez, é outro fator indutor do aumento do rendimento das culturas.

Duas razões foram consideradas, neste trabalho, pela utilização dos resultados brasileiros. Primeira, o Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo. Historicamente, muitas fruteiras tropicais migraram ou dispersaram de suas regiões de origem. Conseqüentemente, países considerados no topo da produção mundial nem sempre são aqueles do centro de origem da fruteira. O Brasil se enquadra nesse caso, como pode ser visto na Tabela 1.

Segunda, a produtividade das fruteiras tropicais no Brasil, na maioria dos casos, está bem acima da média mundial (Fig. 1)². É conveniente salientar que em razão do reconhecimento da importância da fruticultura tropical no agronegócio brasileiro, pelos órgãos governamentais e instituições de pesquisa e desenvolvimento do setor agrícola. Na década de 90, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento lançou o programa PROFRUTA, com o objetivo de apoiar a pesquisa e a extensão na área de fruticultura, tornando-se, então, uma prioridade estratégica para o desenvolvimento da fruticultura nacional, cujos benefícios são perfeitamente visíveis. A fruticultura tropical tornou-se uma importante fonte de receita para a economia brasileira: em 2004, as exportações de sucos de frutas (incluindo os concentrados), e a exportação de frutas frescas e amêndoas geraram receita da ordem de US\$ 1,1 bilhão e US\$ 592 (incluindo US\$ 115 milhões devidos à exportação de amêndoas de castanha de caju)³, respectivamente. A receita originada pelas exportações de frutas frescas no Brasil, nos dez últimos anos, praticamente dobrou de valor, com perspectivas positivas de crescimento desse mercado no futuro.

² Exceto a banana tendo em vista que a produção brasileira de banana destina-se, principalmente, ao mercado doméstico, e as variedades utilizadas diferem daquelas cultivadas para exportação pelo Equador, Costa Rica etc.

³ Dados publicados pela Secretaria da Política Agrícola em www.agricultura.gov.br.

Em razão do clima, as fruteiras tropicais são cultivadas em quase todo território brasileiro (ver Tabela 2 e Fig. 2). Vale salientar que alguns Estados são altamente especializados em certas frutas, como: citros em São Paulo (71% da área total cultivada), caju no Ceará (53%), mamão e coco na Bahia (43% e 27%, respectivamente). O incentivo à produção de frutas tropicais pelos governos federal e estaduais tem causado mudanças na geografia em suas áreas de cultivo. O grande fator natural restritivo ao cultivo de fruteiras, especialmente em regiões próximas ao equador (exceto Amazônia), é a deficiência de água em virtude da baixa pluviosidade e alta demanda evaporativa. Por essa razão, o maior desenvolvimento da fruticultura tropical está associado aos projetos de irrigação. A Região Nordeste brasileira, conta atualmente, com mais de 30 pólos de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas. O maior deles, especializado em fruteiras tropicais é o de Petrolina-Juazeiro (Pernambuco-Bahia) no rio São Francisco, próximo à hidrelétrica de Sobradinho. Dado a isso, a maioria das mangas e outras frutas encontradas nas prateleiras dos supermercados europeus, é originada desse pólo.

A produção de frutas tropicais no Brasil tem recebido benefícios do acordo de cooperação técnica entre o IPI e a Embrapa. Entre as atividades patrocinadas pela cooperação, destaca-se o programa de adubação de fruteiras, acordado em 2001. Por essa razão, alguns dados apresentados foram baseados nos resultados dos experimentos de campo, conduzidos no Nordeste, no período compreendido entre 2001-2005.

O Trabalho é constituído de 11 capítulos e dedicados a uma das seguintes fruteiras: aceroleira ou cereja das Antilhas (*Malpighia emarginata* DC.), bananeira (*Musa* spp.), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)⁴, citros⁵, coqueiro (*Coco nucifera* L.)⁶, goiabeira (*Psidium guajava* L.), mangueira (*Mangifera indica* L.), mamoeiro (*Carica papaya* L.), maracujazeiro (*Passiflora* spp.), abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), e graviroleira (*Annona muricata* L.). Cada capítulo contém um breve histórico da distribuição geográfica da fruteira, as características de clima e de solo demandadas e recomendações de preparo e correção de solo. Em geral, os solos brasileiros cultivados com fruteiras são: Latosolos e Argisolos (Podzólicos) no interior e os Quartzarênicos (Areias quartzosas) na faixa litorânea. Todos esses solos tendem a

⁴No Brasil, o cajueiro é cultivado principalmente visando a castanha. O pseudo-fruto (maçã) é utilizada, em parte, para a produção de sucos, doces, compotas etc.

⁵Principalmente laranjas. O clima tropical do estado de São Paulo, maior produtor brasileiro, é favorável ao cultivo de laranjeiras.

⁶No Brasil, o coqueiro anão é cultivado principalmente para água. Para a produção de copra, como na Ásia e Países do Pacífico cultivam-se coqueiros comuns e híbridos.

ser ácidos, com elevados teores de alumínio e ferro livres, portanto, antes do cultivo a calagem é uma prática agrícola comum. Para elevar a saturação por bases a 60-70% e o pH para 6,0-6,5, são necessárias aplicações de calcário em quantidades variando até 5 a 6 t ha⁻¹. As necessidades hídricas de cada fruteira bem como, as quantidades de nutrientes removidas pelas colheitas, a função de cada nutriente e a descrição dos sintomas visuais de deficiência mineral. Além disso, os autores enfatizam as práticas de adubação para as diferentes fases do desenvolvimento da planta, desde o viveiro até a produção, com especial atenção na irrigação (incluindo a fertirrigação).

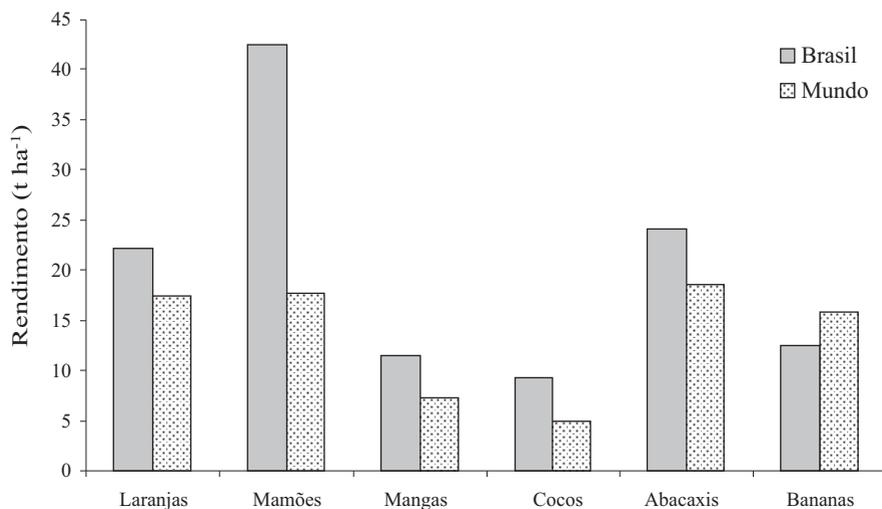


Fig 1. Média de colheita de algumas das frutas tropicais perenes no Brasil e no mundo entre 2000-2005, t ha⁻¹ (Fonte: FAOSTAT, 2004; www.fao.org)

Tabela 1. Países de origem de algumas das fruteiras tropicais, e seus maiores produtores.

Planta	Nome botânico	Origem	Países maiores produtores ⁽¹⁾	Posição do Brasil	Área Colhida, 2004 (1.000 ha)		Produção, 2004 (1.000 t)	
					Mrb	Brasil	Mundo	Brasil
Abacate	<i>Persea gratissima</i>	América Central	México, Indonésia, Estados Unidos, Brasil, Colômbia	4	417	13	3.078	173
Banana ⁽²⁾	<i>Musa spp.</i>	Ásia, Ilhas do Pacífico	Índia, Brasil, China, Equador, Filipinas	2	4.446	485	71.343	6.603
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	América do Sul (Brasil)	Castanha "Pedúndulo" Brasil, Guiana, Madagascar	4	3.078	682	2.292	212
				1	626	600	1.678	1610
Laranjas	<i>Citrus</i> ⁽³⁾	Sudeste e Leste da Ásia	Brasil, USA, México, Índia, Espanha	1	3.601	820	62.814	18.257
Coco	<i>Coco nucifera</i>	Sudeste da Ásia ou América do Sul	Indonésia, Filipinas, Índia, Brasil, Sri Lanka	4		275	54.737	2974
Limão ⁽⁴⁾	<i>Citrus aurantifolia</i>	Sudeste da Ásia	México, Índia, Argentina, Irã, Brasil	5	802	52	12.339	1.000
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Sul e Sudeste da Ásia	Índia, China, Tailândia, México, Paquistão, Indonésia, Filipinas, Brasil	8	3,690	68	26.574	850
Mamão	<i>Carica papaya</i>	América Central e do Sul	Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia	1	375	37	6.709	1,650
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	América do Sul (Brasil, Bolívia, Paraguai)	Tailândia, Filipinas, Brasil, China, Índia	3	843	55	15.288	1.435

⁽¹⁾ Os cinco maiores produtores de acordo com o ranking de volume total produzido (exceto mangas).

⁽²⁾ Somente variedades para sobremesa.

⁽³⁾ Gênero.

⁽⁴⁾ Também conhecido como lima ácida. Dados estatísticos para limões e limas, estes últimos predominantes no Brasil.

Fonte: FAOSTAT, 2004 (www.fao.org)

Tabela 2. Área plantada com as principais frutas tropicais no Brasil por Estado¹, 2003 (1000 ha e % do total da área nacional)⁽¹⁾.

Estado	Abacate		Banana		Caju		Coco		Goiabá		Manga		Laranjas		Mamão		Maracujá		Abacaxi		
	1.000 ha	% 1.000 ha																			
Amazonas (AM)	0,5	4,5	35,0	6,8	0,0	0,0	0,6	0,2	0,1	0,4	0,4	0,6	2,8	0,3	1,2	3,2	0,5	1,5	3,1	5,3	
Roraima (RR)	-	-	4,6	0,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0	0,6	1,6	-	-	0,2	0,3	
Pará (PA)	0,1	0,5	54,5	10,6	2,1	0,3	22,4	8,0	0,1	0,6	-	-	12,4	1,5	1,1	2,9	3,5	9,9	9,7	16,7	
Tocantins (TO)	0,0	0,1	5,3	1,0	0,2	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,4	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,9	3,3	
Nordeste (Amazonia)																					
Maranhão (MA)	0,0	0,0	11,8	2,3	13,4	2,0	1,7	0,6	-	-	0,9	1,4	1,4	0,2	0,1	0,4	0,0	0,1	1,9	3,2	
Piauí (PI)	0,0	0,3	2,5	0,5	154,7	22,7	1,5	0,5	0,1	0,3	1,8	2,6	0,6	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	
Ceará (CE)	0,4	3,9	42,1	8,2	364,6	53,4	39,5	14,0	0,5	2,6	4,5	6,6	1,6	0,2	1,6	4,5	2,5	7,0	0,0	0,1	
Rio Grande do Norte (RN)	0,1	1,4	6,3	1,2	113,8	16,7	33,5	11,9	0,4	2,2	3,1	4,5	0,4	0,0	0,8	2,3	0,3	0,7	3,7	6,3	
Pernambuco (PE)	0,1	1,1	16,3	3,2	7,6	1,1	11,9	4,2	0,6	3,2	2,5	3,6	0,8	0,1	1,2	3,3	0,7	2,1	9,1	15,6	
Alagoas (AL)	0,2	1,9	39,6	7,7	5,5	0,8	15,0	5,3	4,7	26,7	7,2	10,6	0,9	0,1	0,6	1,6	0,7	2,0	0,9	1,5	
Sergipe (SE)	-	-	4,1	0,8	0,2	0,0	14,1	5,0	0,0	1,1	1,0	1,5	3,8	0,5	0,1	0,2	0,9	2,7	0,7	1,2	
Bahia (BA)	0,0	0,3	53,7	10,4	19,5	2,9	76,4	27,1	2,7	15,3	18,1	26,5	48,3	5,8	16,0	43,8	8,1	23,0	4,7	8,0	
Sudeste																					
Minas Gerais (MG)	0,9	8,5	39,1	7,6	-	-	2,3	0,8	0,6	3,5	5,0	7,3	40,8	4,9	0,8	2,2	2,6	7,4	9,1	15,6	
Espirito Santo (ES)	0,8	7,4	19,5	3,8	-	-	10,5	3,7	0,4	2,0	0,5	0,7	2,5	0,3	10,5	28,6	2,9	8,3	1,9	3,3	
Rio de Janeiro (RJ)	0,0	0,4	25,6	5,0	-	-	4,1	1,5	0,6	3,5	0,3	0,4	7,1	0,8	0,1	0,3	2,1	6,0	2,4	4,2	
São Paulo (SP)	4,6	45,2	57,2	11,1	-	-	2,6	0,9	4,9	27,5	19,4	28,4	600,1	71,7	0,2	0,5	2,8	7,9	3,5	6,1	
Sul																					
Paraná (PR)	1,5	14,8	9,8	1,9	-	-	0,1	0,0	0,3	1,6	0,6	0,8	14,9	1,8	0,1	0,2	0,6	1,7	0,4	0,6	
Santa Catarina (SC)	-	-	29,7	5,8	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	9,6	1,2	0,0	0,0	0,6	1,8	0,1	0,1	
Rio Grande do Sul (RS)	0,7	6,6	10,8	2,1	-	-	-	-	0,7	4,2	0,1	0,2	27,1	3,2	0,3	0,9	-	-	0,3	0,5	
Centro-Oeste																					
Mato Grosso (MT)	-	-	11,7	2,3	0,9	0,1	2,3	0,8	-	-	0,3	0,4	1,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,9	1,0	1,8	
Goiás (GO)	0,1	0,5	13,1	2,5	-	-	0,9	0,3	0,6	3,5	0,3	0,4	6,1	0,7	0,2	0,5	1,0	2,9	2,0	3,4	
Brazil	10,1	100	514,5	100	682,5	100	281,6	100	17,8	100	68,5	100	836,7	100	36,6	100	35,1	100	58,2	100	

Notas: ¹ Somente Estados com 1% ou mais da área plantada com uma das 10 frutas selecionadas.

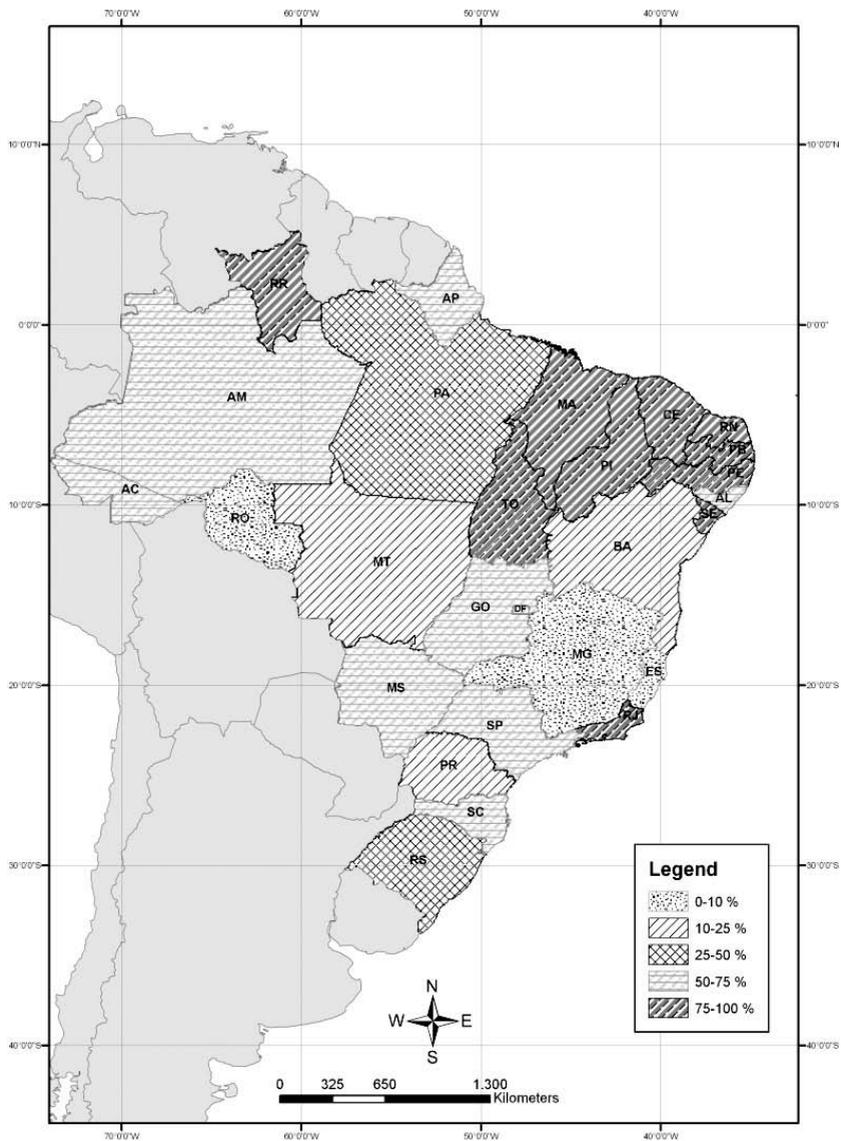


Fig. 2. Proporção de frutas tropicais: abacate, banana, caju, cítricos (laranjas e outros), coco, goiaba, manga, mamão, maracujá no total de área plantada de safras perenes por estados do Brasil, 2003 (Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2005; www.ibge.gov). Deseño do mapa cortesia do Dr. R. B. Prado, Embrapa Solo.

1. Acerola

Ricardo Elesbão Alves¹
Marlos Alves Bezerra¹
Fábio Rodrigues de Miranda¹
Humberto Silva²

1.1. Introdução

A aceroleira (*Malpighia emarginata*) planta de clima tropical que produz frutos com alto teor de vitamina C, foi encontrada na sua forma natural nas Ilhas do Caribe, ao Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México. No Brasil, seu cultivo foi intensificado no período de 1988 a 1992, em virtude da sua importância para a alimentação humana, em função da riqueza em vitamina C, estimada entre 1200 a 1900 mg 100⁻¹ g de polpa (Paiva *et al.*, 2003).

Recentemente, têm-se constatado no Brasil, considerável expansão da área cultivada com acerola, principalmente, por suas qualidades nutricionais, facilidades de cultivo e ótima adaptação edafoclimática. Esses fatores, sem dúvida, foram responsáveis pelo surgimento de pomares comerciais e, paralelamente, a necessidade de adoção de tratamentos culturais, nutrição e adubação, entre outras técnicas, no combate a pragas e doenças.

A área plantada com acerola no Brasil ultrapassa 10.000 ha (Tabela 1.1), sendo o Estado da Bahia, seguido por Pernambuco e Ceará, os maiores produtores dessa fruteira. A produção está estimada em torno de 33.000 t de frutos, oriundos, especialmente, da Região Nordeste e do Estado de São Paulo (IBGE, 2004).

A exportação de acerola é destinada, principalmente, aos Estados Unidos da América, Alemanha, França e Japão, sendo estimada cerca de 37 a 43% do volume produzido (Manica *et al.*, 2003), o que significa algo em torno de 12.800 t.

Embora se constitua, na atualidade, um cultivo economicamente importante para diversas regiões, em decorrência do crescente aumento anual em área plantada com essa espécie, pode-se assegurar pouca atenção dirigida às exigências nutricionais da aceroleira.

¹Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dr. Sara Mesquita 2270, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, Brasil,

E-mail: elesbao@cpat.embrapa.br, marlos@cpat.embrapa.br, fabio@cpat.embrapa.br.

²Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Bodocongó, CEP 58109-790, Campina Grande, PB, Brasil, E-mail: humberto@uol.com.br.

Tabela 1.1. Área colhida e quantidade de acerola produzida nos principais Estados produtores do Brasil em 1996.

Estado	Área cultivada	Produção
	ha	t
Bahia	1.881	3.458
Pernambuco	1.467	7.625
Ceará	1.358	4.724
Paraíba	1.156	2.686
São Paulo	956	3.759
Pará	935	1.814
Paraná	620	1.751
Rio Grande do Norte	584	2.683
Minas Gerais	443	978
Maranhão	317	593

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2004.

1.2. Clima, solo e planta

1.2.1. Clima

Por ser uma planta rústica, a aceroleira desenvolve-se bem tanto em clima tropical quanto subtropical, com uma temperatura ideal em torno de 26 °C (Simão, 1971; Almeida e Araújo, 1992; Teixeira e Azevedo, 1995).

Embora adaptada para cultivo em regiões semi-áridas, a sua maior produção ocorre em regiões com precipitação entre 1200 e 1600 mm anuais, bem distribuídos (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Em regiões com baixa pluviometria, ocorre queda das folhas na estação seca, com posterior recuperação da área foliar na época chuvosa.

A qualidade dos frutos da aceroleira é grandemente influenciada pela radiação solar, existindo uma correlação positiva entre o teor de ácido ascórbico e a intensidade da radiação solar (Nakasone *et al.*, 1968).

1.2.2. Solo

A aceroleira não é muito exigente quanto ao tipo de solo, podendo ser cultivada em solos arenosos e em solos argilosos, desde que se adotem os devidos cuidados de adubação e drenagem, dependendo do tipo de solo utilizado (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Entretanto, os solos de fertilidade mediana e os argilo-arenosos são os mais propícios ao cultivo dessa fruteira, em virtude da sua maior capacidade de retenção da umidade (Simão, 1971).

1.2.3. Planta

A aceroleira é uma planta com baixo potencial hídrico basal. Em plantas com 12 meses de idade cultivadas em vasos de polietileno, sob telado, o potencial hídrico foliar na antemanhã ficou em torno de $-1,0$ MPa (Oliveira, 1996). Quando a medição ocorreu em plantas adultas (sete anos) não irrigadas, encontrou-se um potencial na antemanhã de $-0,4$ MPa para a estação chuvosa e $-1,5$ MPa para a estação seca (Nogueira et al., 2000).

A condutância estomática e a transpiração dessa espécie são muito baixas, comparadas às outras frutíferas (Oliveira, 1996; Nogueira et al., 2000). Apesar disso, o déficit de pressão de vapor correlaciona-se mais fortemente com o potencial hídrico foliar do que com a resistência estomática. Essa, por sua vez, parece depender com maior intensidade da radiação solar, especialmente na época seca. Assim, o sistema estomático parece não ser eficiente em evitar a perda de água pelas folhas e o baixo potencial hídrico basal decorre, principalmente, de ajustamento interno da planta.

Nogueira *et al.* (2000) encontraram taxas máximas de fotossíntese na faixa de 6,0 a $6,40 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, valores que se incluem dentro do limite verificado para plantas frutíferas decíduas ($6,5$ a $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Korner et al., 1979).

1.3. Manejo do solo e da cultura

A propagação da aceroleira pode ser sexuada (por sementes) ou por via vegetativa (estaquia ou enxertia). A germinação das sementes pode ser feita em canteiros ou diretamente nos recipientes de formação das mudas (sacos ou tubetes). Quando a propagação for feita por estaquia, recomenda-se a utilização de estacas cerca de 30 cm, provenientes de ramos vigorosos oriundos de plantas jovens. As estacas devem ser tratadas com ácido indolbutírico (IBA) e colocadas para enraizar em substrato de areia ou vermiculita. A propagação por enxertia favorece a formação de um sistema radicular mais vigoroso.

De modo semelhante ao que é feito para outras frutíferas, o preparo do solo inclui a aração, gradagem, calagem e adubação, quando necessários, e a abertura das covas.

A calagem do solo é extremamente benéfica, aumentando a profundidade e densidade do sistema radicular, o crescimento e a produção das plantas (Ledin, 1958; Landrau Júnior e Hernández-Medina, 1959; Hernández-Medina et al, 1970). De preferência, deve-se aplicar calcário dolomítico na área total, incorporada à maior profundidade possível. Essa operação deve ser realizada antes da aração e dois a três meses antes do plantio. Em pomares já instalados, deve-se aplicar a maior quantidade na projeção da copa, em virtude da acidificação provocada pelos adubos.

Kavati (1995) recomenda a calagem, procurando assegurar uma saturação por base da ordem de 70%, devendo ser repetida sempre que a análise de solo revelar saturação de bases inferiores a 60%. Para essa e outras culturas, também, pode-se

recomendar o seu uso, principalmente, em solos com teor de Mg inferior a 5 mmol_c dm⁻³ (Universidade Federal do Ceará, 1993). Em Porto Rico, Hernández-Medina et al. (1970) conseguiram com tratamento de calagem uma elevação do pH do solo de 4,5 para 6,5 o que proporcionou um aumento de 170% da produção.

Para a abertura das covas utilizar espaçamento de 4,0 m x 4,0 m ou 4,0 m x 3,0 m. As covas devem ser abertas com antecedência de um a dois meses do plantio. Essa operação pode ser manual ou mecânica, podendo ter 40 ou 60 cm nas três dimensões. O transplântio das mudas, ocorrerá quando estiverem com 30 a 40 cm de altura. Essa prática, em áreas não irrigadas, deverá ser feita durante o período chuvoso.

Após o plantio é essencial o tutoramento para auxiliar na condução do crescimento inicial das plantas. Até a muda atingir 30 a 40 cm de altura, serão necessárias podas de formação para conduzi-la em haste única. A partir daí, devem-se deixar de três a quatro ramos até a planta atingir 50 a 60 cm de altura, momento em que é feito um desponte, para quebrar a dominância apical. Os ramos ladrões devem ser eliminados e, sistematicamente, após cada ciclo de produção, realizar poda mantendo as plantas na altura adequada.

O controle das plantas daninhas é uma prática indispensável, uma vez que a ocorrência dessas plantas, além de diminuir os nutrientes disponíveis para o pomar, favorece a disseminação de pragas e doenças e dificultar a manutenção do sistema de irrigação (especialmente os sistemas localizados). Por último, a presença de plantas daninhas dificulta a operação de colheita, reduzindo a produção das plantas.

Em geral, o controle das plantas daninhas pode ser realizado por meio de capinas manual ou mecânico e pela utilização de herbicidas. Atualmente, a principal forma de controle é a capina manual na projeção da copa (coroamento), aliado ao uso da roçadeira nas entrelinhas. Em algumas regiões utiliza-se a gradagem nas entrelinhas, no entanto, essa prática só é recomendada no período inicial de estabelecimento das plantas, já que, em pomares com mais idades, o uso da grade danifica o sistema radicular das plantas que se encontra concentrado nos primeiros 60 cm do solo (Musser, 1995). Nas áreas irrigadas com sistema localizado, recomenda-se a utilização de herbicidas, o que reduz os danos causados ao sistema de irrigação em função do corte nas mangueiras. Recomenda-se, ainda, a utilização de cobertura morta na projeção da copa, a qual proporciona não somente o controle de plantas invasoras, como ajuda na conservação da umidade do solo.

1.4. Nutrição mineral

Apesar da instalação de grande quantidade de novos pomares de aceroleira, em áreas de baixa fertilidade, a literatura sobre a nutrição e adubação ainda é escassa. Dessa maneira, ao se discutir esse assunto deve-se ter bastante cautela, mesmo por que não se pode recomendar adubação, com segurança, baseando-se em outras culturas.

A diagnose foliar como método de avaliação do estado nutricional das plantas começou a ser usada na década de 30, constituindo-se como técnica eficiente para interpretar os efeitos da aplicação de fertilizantes. Contudo, estimar a necessidade de nova adubação, uma vez que, dentro de certos limites, existe uma correlação positiva entre as quantidades de nutrientes fornecidas, seus teores nas folhas e a produção das plantas (Malavolta et al., 1967). Deve-se salientar, entretanto, que apenas os resultados da análise foliar não permitem, até o momento, calcular, satisfatoriamente, as quantidades de fertilizantes a aplicar, devendo ser considerada como técnica complementar e não exclusiva.

Com relação à metodologia de amostragem das folhas, existem poucos resultados na literatura para a aceroleira. Recomenda-se na condução das pesquisas, como regra geral, a colheita de em média 100 folhas maduras por planta, a uma mesma altura e na posição mediana da copa ($\pm 1,5$ m de altura do solo) e de todos os lados da planta.

1.4.1. Extração e exportação de nutrientes

A aceroleira é exigente em nutrientes, conforme se pode observar pelos dados de exportação de nutrientes por intermédio dos frutos frescos, na ocasião da colheita. Tais informações foram obtidas por diversos autores, em equipe, no SF/DF/CCA/UFPB, em Areia, PB, quando da avaliação de frutos procedentes de pomares situados em diferentes localidades da Paraíba (Tabela 1.2). Examinando-se esses dados, percebe-se que a ordem de exportação entre os macronutrientes primários pelos frutos, por ocasião da colheita, obtidos por diversos autores, são concordantes ($K > N > P$), e que as variações entre elas são devidas às condições locais e a baixa uniformidade dos pomares avaliados, em função da utilização de plantas de origem sexuada.

Com relação aos demais nutrientes, Alves *et al.* (1990) encontraram a seguinte ordem de exportação: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > Cu$. Esses autores observaram que no fruto, os teores de N e Ca encontraram-se em maiores níveis na semente, e os teores de P e K na polpa. Silva (1998) encontrou ordem de exportação bastante semelhante em plantas de um ano de idade: $K > N > Mg > S > P > Mn > Zn > B$.

Com relação às quantidades de minerais utilizadas para a formação de folhas e ramos, respectivamente nas Tabelas 3 e 4, deparam-se valores de N, P e K encontrados em plantas cultivadas em condições de casa de vegetação e de campo. Em geral, observa-se que o nitrogênio foi o elemento mais encontrado nas folhas, seguido do potássio e do fósforo. Já nos ramos, a sequência encontrada foi a mesma constatada no fruto, ou seja, $N > K > P$. Percebe-se, portanto, que o K é de grande significância na nutrição mineral dessa cultura, tanto em plantas jovens quanto em plantas já em produção.

Tabela 1.2. Teores (%) de N, P e K contidos no fruto, casca (C) e casca e polpa de acerola (C+P) obtidos por diversos autores, em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Parte	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	Brejo	C+P	0,10	0,25	2,60
		C	1,60	0,15	0,72
2	Litoral	C+P	1,22	0,22	2,55
		C	1,35	0,20	0,97
3	Litoral	C+P	1,94	0,30	3,52
		C	1,57	0,21	1,09
4	Litoral	C+P	1,41	0,23	2,82
		C	1,47	0,20	1,35
5	Cariri	C+P	1,00	0,16	2,64
		C	1,27	0,19	0,90
	Cariri	C+P	1,14	0,22	2,62
		C	1,33	0,21	1,33
	Agreste	C+P	1,86	0,30	2,56
		C	1,44	0,20	1,02
	Mata	C+P	1,16	0,19	2,48
		C	1,48	0,20	0,89
	Cariri	C+P	1,57	0,20	2,59
		C	1,72	0,19	1,00

Fontes: 1. Alves *et al.*, 1990; 2. Silva Júnior *et al.*, 1989; 3. Nascimento, 1995; 4. Cunha, 1992; 5. Freire, 1995.

Tabela 1.3. Teores (%) de N, P e K contidos nas folhas de aceroleira cultivadas em casa de vegetação e campo em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Idade (anos)	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	C.Vegetação	-	2,46	0,97	2,73
2	Brejo	>10	2,20	0,11	1,72
3	Litoral	2	2,70	0,31	1,63
4	Cariri	1	2,44	0,15	1,27
	Cariri	3	1,78	0,15	1,23
	Cariri	4	1,65	0,15	1,54
	Brejo	4	2,06	0,21	3,02
	Litoral	1	2,68	0,26	0,21
5	Litoral	2	2,40	0,28	2,20
	Litoral	3	2,66	0,32	2,23
	Litoral	4	2,98	0,25	1,61
6	Mata	5	2,86	0,19	2,77
	Agreste	5	3,00	0,21	2,55
	Cariri ocidental	3	3,11	0,20	2,18
	Cariri ocidental	4	2,71	0,21	1,69
	Cariri ocidental	5	3,18	0,24	2,18
	Cariri ocidental	5	3,18	0,24	2,18

Fontes 1. Cibes e Samuels, 1955; 2. Alves *et al.*, 1990; 3. Silva Júnior *et al.*, 1990; 4. Nascimento, 1995; 5. Cunha, 1992; 6. Freire, 1995.

Tabela 1.4. Teores (%) de N, P e K contidos nos ramos de aceroleira cultivadas em condição de campo em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Idade (anos)	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	Brejo	>10	0,90	0,08	2,21
2	Litoral	2	1,03	0,24	1,48
3	Cariri	1	1,00	0,14	1,29
	Cariri	3	1,35	0,15	4,36
	Cariri	4	1,06	0,16	1,43
4	Cariri	4	0,47	0,10	1,25
	Litoral	1	0,90	0,19	1,35
	Litoral	2	0,85	0,18	1,30
	Litoral	3	0,90	0,18	1,40
5	Cariri		0,55	0,12	1,19
	Cariri		0,56	0,11	1,44
	Cariri		0,67	0,12	1,56
	Litoral		0,62	0,15	1,03
	Mata		0,60	0,08	1,27
	Agreste		0,64	0,10	1,31

Fontes: 1. Alves *et al.*, 1990; 2. Silva Júnior *et al.*, 1990; 3. Nascimento, 1995; 4. Cunha, 1992; 5. Freire, 1995.

Convém salientar que a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas e ramos e, por conseqüência, as exigências da plantas por esses nutrientes, variam conforme a época do ano (Cunha *et al.*, 1993).

1.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): É de fundamental importância na nutrição, sendo demandado em grande quantidade. Em função dos atuais preços de fertilizantes, é importante conhecer o ponto no qual o N torna-se efetivo na produção.

Em plantas deficientes, o N acumulado nos órgãos mais velhos, principalmente nas folhas, é redistribuído, sendo enviado para órgãos novos. Conseqüentemente, sintomas de carência ou deficiência aparecem, inicialmente, com amarelecimento ou clorose nas folhas mais velhas. Como na ausência de N não há proteínas, plantas deficientes desenvolvem-se menos que as bem supridas com esse elemento. Por outro lado, o excesso de N no solo faz com que a planta vegete, produza poucos frutos e armazene menos açúcar ou carboidrato (Malavolta, 1989).

Cibes e Samuels (1955) trabalhando em casa de vegetação com aceroleira em Porto Rico, constataram que a omissão de N foi o que mais implicou para um decréscimo no desenvolvimento e produção. O amarelecimento completo das folhas, com queda precoce das mesmas foram os principais sintomas de deficiência aguda. Plantas deficientes em N apresentaram aumento nos teores de P, Ca, Mn, Fe e S nas

folhas, nas condições do estudo. Aumento na produção em função da aplicação de nitrogênio, também foi encontrado por Landrau Júnior e Hernández-Medina (1959), com o máximo de produção alcançado pela aplicação de 185 kg N ha⁻¹. Miranda et al. (1995) estudaram o efeito da omissão de N, P, K, Ca, Mg e Fe em solução nutritiva e constataram que a omissão de N causou redução na altura das plantas e na produção de matéria seca da parte aérea.

Fósforo (P): Tem sido considerado como o elemento que mais limita as produções das regiões tropicais e subtropicais. Nos solos brasileiros, o teor de P, na maioria dos casos, é baixo.

Embora essencial, foi observado que plantas em produção extraem menores quantidades de P, comparadas com as quantidades de N e K. Isso pode ser observado com a aceroleira em produção (Tabela 1.2). Semelhante ao que ocorre com o N, o P se redistribui facilmente na planta, em particular quando ocorre sua falta, o que acarreta surgimento de sintomas típicos nas folhas mais velhas.

Em mudas de aceroleira com 90 dias de idade, a aplicação de doses crescentes de fósforo incrementou linearmente as características de altura da planta, número de folhas e massa seca das raízes e parte aérea (Corrêa *et al.*, 2002). Na produção de mudas, a presença de fungos micorrízicos proporciona um aumento da absorção de fósforo pelas plantas, incrementando o crescimento das mesmas (Chu, 1993). Cibes e Samuels (1955) relatam que a omissão de P na solução nutritiva apresentou sintomatologia não específica para esse nutriente. Plantas de aceroleira submetidas ao tratamento sem P, não mostraram diferenças significativas com relação à produção de matéria seca, altura ou diâmetro (Miranda *et al.*, 1995).

Potássio (K): É o nutriente mais exigido, sendo inclusive o mais exportado pelos frutos (Tabela 1.2). Na fase de produção a adubação com K e N, tanto em quantidade como em balanço torna-se fundamental, uma vez que é grande a exportação de K pelos frutos e sementes.

O transporte de carboidratos produzidos na folha para os outros órgãos, se faz de modo ineficiente quando a planta encontra-se deficiente em K.

O potássio é de grande mobilidade na planta, sendo carregado de órgãos mais velhos, dirigindo-se para os mais novos. Portanto, sintomas de deficiência em K, manifestaram-se primeiramente nas folhas mais velhas (Malavolta, 1989).

Cibes e Samuels (1955) observaram que a ausência de K é caracterizada pela formação de grande número de manchas pequenas sobre a lâmina foliar e que nessa condição, os teores de Ca e Mg foram mais elevados, enquanto houve decréscimo no teor de P na folha. Informaram ainda, os autores, que a ausência de K reduziu o diâmetro da copa e, embora tenha ocorrido grande quantidade de frutos, porém pequenos.

Em mudas com seis meses de idade cultivadas em solução nutritiva, Barbosa *et al.*, (1995) observaram que a ausência de K na solução nutritiva, acarretou em acréscimo no teor de N nas folhas.

Cálcio (Ca): A deficiência de cálcio provoca queda de folhas, com os sintomas nas remanescentes, caracterizados por um amarelecimento das pontas e das margens. Quando a deficiência é aguda, ocorre severa queima da ponta das folhas (Cibes e Samuels, 1955; Lugo-López *et al.*, 1959). Por sua vez, Ledin (1958) percebeu que folhas de plantas de acerola deficientes em Ca apresentavam um amarelecimento a partir do ápice em direção às margens. Miranda *et al.* (1995) constataram redução expressiva na produção de matéria seca da parte aérea da acerola, cultivada com omissão desse nutriente.

A aplicação de cálcio, na forma de cal, comprovadamente beneficia o sistema radicular, acelera o crescimento e aumenta a produção das plantas (Landrau Júnior e Hernández-Medina, 1959; Hernández-Medina *et al.*, 1970).

Magnésio (Mg): Além de fazer parte da molécula de clorofila, esse nutriente é conhecido com ativador de numerosas enzimas, entre as quais, destacam-se os “ativadores” de “aminoácidos” que catalisam a primeira etapa da síntese protéica. O Mg é ainda importante para a absorção de fósforo (Malavolta, 1979). Em concentrações elevadas de K⁺ no solo ou solução, pode ocorrer deficiência desse elemento.

Os sintomas de deficiência aparecem, primeiramente, nas folhas mais velhas. Os sintomas de deficiência são caracterizados pelo amarelecimento ao longo das margens das folhas mais velhas, estendendo-se entre as nervuras, no caso de deficiência aguda (Cibes e Samuel, 1955).

Enxofre (S): Absorvido do solo na forma de sulfato, o enxofre participa da composição de alguns aminoácidos e de todas as proteínas da planta, funcionando, também, como ativador enzimático, além de participar da síntese de clorofila e da absorção do CO₂, entre outras funções. Em situação de carência, sua pouca mobilidade no floema proporciona o surgimento de sintomas inicialmente nas folhas mais jovens (Malavolta, 1989). Condições de baixa disponibilidade de enxofre são observadas em solos pobres em matéria orgânica, solos com alta relação C/N, o que dificulta a mineralização, períodos de seca, uso constante de defensivos e adubos sem S.

Os sintomas de deficiência assemelham-se aos de deficiência de nitrogênio (Cibes e Samuel, 1955).

Boro (B): A carência de B é comum nos solos brasileiros, principalmente, nos arenosos pobres em matéria orgânica. Situações de baixa disponibilidade de B são

encontradas em solos com calagem excessiva, em regiões com longo período de seca, ou ainda, pela lavagem provocada pela chuva ou pela água de irrigação.

Elemento praticamente imóvel no floema, e em aceroleira os sintomas de sua carência surgem primeiro nas folhas mais jovens, com amarelecimento e posterior necrose das extremidades superiores das folhas (Cibes e Samuel, 1955).

Ferro (Fe): Em solos ácidos pode ocorrer falta de ferro induzida pelo excesso de Mn existente no meio, o qual inibe competitivamente a absorção do primeiro. A calagem excessiva aumentando o pH do solo para valores acima de 7,0 pode insolubilizar o Fe, provocando sua deficiência.

A presença desse micronutriente é crucial para a planta, porque entre outras funções, é um ativador enzimático, faz parte da constituição de algumas coenzimas e de moléculas que participam do transporte de elétrons nos processos de fotossíntese e da respiração. Em função da sua imobilidade no floema, os sintomas de sua falta na aceroleira surgem primeiro em folhas mais jovens, caracterizando-se pela cor verde-amarelada. Com a intensificação da carência, apenas as nervuras mostram-se esverdeadas, enquanto o tecido foliar permanece amarelado (Cibes e Samuel, 1955).

Manganês (Mn): Como o manganês possui baixa redistribuição na planta, os sintomas de carência surgem primeiro nas folhas jovens. Os sintomas de deficiência constituem-se de clorose foliar, com um fundo verde-claro contrastando com as nervuras verde-escuras (Cibes e Samuel, 1955).

Cobre (Cu): Os sintomas visuais de carência desse nutriente na aceroleira podem ser observados em plantas desenvolvendo-se em solos arenosos, e também, em condições onde houve aplicação de grande quantidade de matéria orgânica, de calcário e de adubação fosfatada. Esses sintomas, também, podem ocorrer em consequência da adubação nitrogenada, pelo “efeito de diluição” do teor no tecido. Sua baixa redistribuição pelo floema faz com que os sintomas de carência apareçam nas folhas novas.

Zinco (Zn): A deficiência de Zn em solos do Brasil é tão comum quanto à de boro, sendo constatada, principalmente, em solos ácidos e arenosos. Vale salientar, que em qualquer solo a calagem excessiva, também, reduz a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Ledin (1958) comenta que em caso de deficiência de Zn, ocorre amarelecimento geral das folhas jovens e um retardamento no crescimento de plantas de acerola.

1.5. Adubação

O fato de ser uma planta de certa forma rústica, capaz de obter os nutrientes na maioria dos solos onde se desenvolve (Ledín, 1958; Couceiro, 1985), provavelmente, essa

característica deva ter contribuído para a falta de maiores informações com relação à sua adubação. Por se tratar de planta perene, a adubação deve oferecer condições de sobrevivência em situação ideal para que se possam garantir os máximos físico e econômico em produção e produtividade. Para isso, é necessário que se tenha conhecimento da situação do pomar, além de diagnose visual do estado nutricional, da análise do solo e da diagnose foliar.

1.5.1. Adubação na fase de viveiro

A fase de viveiro corresponde ao período da germinação até o ponto em que a muda deverá ser estabelecida no pomar.

O preparo do substrato para enchimento das sacolas plásticas deve ser composto de duas a três partes do terriço, ou terra fértil misturadas com uma parte de esterco bovino curtido. A cada metro cúbico dessa mistura deve-se adicionar 3,0 a 5,0 kg de superfosfato simples (SPS) e 0,5 a 0,7 kg de cloreto de potássio (KCl) (São José e Batista, 1995). É conveniente fornecer adubação de cobertura, semanal ou quinzenal, em forma de rega, com a seguinte solução: 100 g de sulfato de amônio, 100 g de superfosfato simples e 50 g de KCl em 100 litros de água, cada metro quadrado recebendo 3 a 4 litros da solução.

Em mudas de aceroleira cultivadas em vasos, Miranda et al. (1995) constataram efeito significativo do P na altura da planta, no número de folhas, na matéria seca de raiz e parte aérea.

1.5.2. Adubação na fase de plantio

No preparo das covas de plantio existe a recomendação geral para que se coloque esterco bem curtido (galinha, bovino, caprino ou ovino), principalmente nos solos de textura leve com ocorrência de nematóides. As quantidades variam de 10 a 20 litros de esterco por cova (Simão, 1971; UFC, 1993; Musser, 1995). Além do esterco, deve-se aplicar fósforo, potássio e até mesmo calcário (Musser, 1995). As recomendações variam de 400 a 500 g de superfosfato simples, 300 a 400 g de cloreto de potássio e 200 g de calcário dolomítico (Gonzaga Neto e Soares, 1994; Kavati, 1995).

1.5.3. Adubação na fase de formação

Durante a fase de formação, ou seja, até três anos, várias são as recomendações encontradas na literatura (Tabela 1.5). Simão (1971) sugere que além da adubação de formação (Tabela 1.5) as plantas necessitam no início da frutificação, da adição de uma mistura de 400 g de sulfato de amônio ou nitrocálcio, 400 g de superfosfato de cálcio e 200 g de cloreto de potássio. Já Gonzaga Neto e Soares (1994) recomendam além dos adubos minerais (Tabela 1.5) a adição de 20 litros de esterco bovino bem curtido.

Tabela 1.5. Recomendações de adubação para aceroleira.

Ano	Adubo	g planta ⁻¹	Referência
	Nitrogênio		
1	8-8-15	500	Simão, 1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
2	8-8-15	500	Araújo e Minami, 1994
12	Uréia	30–40	Gonzaga Neto e Soares, 1994
1	Uréia	53	Musser, 1995
3-4	N	20	Kavati, 1995
	Fósforo		
1	8-8-15	500	Simão, 1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
1	SSP	250	Musser, 1995
2	8-8-15	500	Araújo e Minami, 1994
	Potássio		
1	8-8-15	500	Simão, 1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
2	8-8-15	500	Araújo e Minami, 1994
12	K ₂ SO ₄	30–40	Gonzaga Neto e Soares, 1994
1	KCl	33	Musser, 1995

1.5.4. Adubação na fase de produção

Na fase de frutificação, recomenda-se a aplicação/planta de 60 a 100 g de sulfato de amônio ou de nitrocálcio e 375 a 500 g de cloreto de potássio (Simão, 1971). Essa adubação, que é indicada cultivo sob sequeiro, deve ser dividida em duas doses iguais, sendo a primeira aplicada no início do período chuvoso e a outra no final do período chuvoso, em faixa circular distante de 20 e 40 cm do tronco. Kavati (1995) recomenda para as plantas em produção, do segundo ao quinto ano, uma adubação anual com cerca de 200 g de N, 180 g de P₂O₅ e 250 g de K₂O/ planta, divididos em oito parcelas mensais, aplicadas durante o período de frutificação, em solos úmidos e na projeção da copa.

Convém salientar, que na adubação em frutificação devem-se considerar as produtividades médias do pomar, relacionando com os dados de exportação de nutrientes, por ocasião da colheita, para que os nutrientes perdidos sejam repostos em adição por ocasião da adubação.

1.6. Irrigação

Em cultivos sob sequeiro, a produção da acerola se dá normalmente entre 30-35 dias após o início das chuvas. A concentração da produção da acerola, no período chuvoso, provoca um excesso de oferta e dificuldades na comercialização do produto. A irrigação permite aumentar a produtividade, ampliar o período de colheita e aumentar o tamanho dos frutos.

Em regiões onde a temperatura média se mantém acima de 20°C, a irrigação permite aumentar a produção em até 100% e obter em média oito a nove safras por ano (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Na Região da Nova Alta Paulista, SP, Konrad (2002) verificou que o uso da irrigação proporcionou melhor distribuição da produção de acerola, facilitando o escoamento da produção e aumentando a renda bruta do produtor em até 98% em relação ao cultivo de sequeiro.

1.6.1. Métodos de irrigação

A aceroleira adapta-se bem aos seguintes métodos de irrigação: aspersão convencional, microaspersão, gotejamento, gotejamento subsuperficial, mangueiras perfuradas a laser e sulcos. A escolha do sistema de irrigação deve levar em conta a disponibilidade de água, a topografia do terreno, o clima, o solo e a disponibilidade de recursos financeiros do produtor. A irrigação por sulcos pode ser utilizada em locais de topografia plana, sem limitações de recursos hídricos, e solos de textura argilosa. Em solos de textura média a arenosa, onde há limitação de recursos hídricos, os sistemas de irrigação localizada (gotejamento ou microaspersão) são mais adequados por apresentarem maior eficiência de uso da água. Na microaspersão, recomenda-se o uso de um emissor por planta e no gotejamento o uso de quatro gotejadores por planta. No caso da utilização de mangueiras perfuradas, a laser, pode-se utilizar uma mangueira para cada duas fileiras de plantas.

Comparando diferentes sistemas de irrigação na cultura da acerola, Konrad (2002) concluiu que não houve diferença entre os sistemas de irrigação quanto ao teor de vitamina C e a qualidade dos frutos. Entre os sistemas de irrigação avaliados, a mangueira perfurada a laser, o gotejamento e o gotejamento em subsuperfície foram os que apresentaram melhores resultados, já a utilização de um microaspersor para duas plantas não foi adequada para a cultura.

1.6.2. Necessidades hídricas

As necessidades hídricas da aceroleira variam de acordo com o clima da região, o tamanho das plantas (área foliar e altura), a frequência das irrigações e a porcentagem da superfície do solo umedecida na irrigação. O consumo de água na irrigação da aceroleira tende a ser maior em condições de alta demanda evapotranspirativa, irrigações frequentes e molhamento de mais de 60% da superfície do solo.

Nas condições climáticas do Estado do Ceará, Martins Neto *et al.* (1998) observaram valores de evapotranspiração da cultura da aceroleira (ET_c), variando de 4,4 a 8,0 mm d⁻¹, com média de 5,1 mm d⁻¹ e coeficiente de cultivo (K_c) médio de 0,98. Segundo Konrad (2002), a utilização de um valor de K_c igual a 1,0 e um coeficiente de redução da evapotranspiração (K_r) de 0,8 mostrou-se adequada para o manejo da irrigação de plantas de aceroleira, em produção. Na Tabela 1.6 são apresentados valores médios de ET_c e volume de água recomendados na irrigação de plantas adultas de aceroleira, em função da evapotranspiração de referência (ET_o) do local do plantio.

Em experimento conduzido em solo arenoso de Paraipaba, CE, utilizando irrigação por microaspersão, Bandeira *et al.* (1998) aplicaram volumes médios de 21 a 27 litros planta⁻¹ dia⁻¹, em plantas de aceroleira em início de produção (dois a três anos de idade), obtendo uma produtividade média de 20 t ha⁻¹. Os autores não observaram diferenças significativas de produção entre freqüências de irrigação, variando de um a oito dias.

Tabela 1.6. Valores da evapotranspiração da aceroleira (ET_c) e volume de água a ser aplicada por planta, em função da evapotranspiração de referência (ET_o).

ET _o	ET _c	Volume de água ⁽¹⁾
mm d ⁻¹	mm d ⁻¹	L planta ⁻¹ d ⁻¹
2.0	1,6	26
3.0	2,4	38
4.0	3,2	51
5.0	4,0	64
6.0	4,8	77
7.0	5,6	90

⁽¹⁾ Considerando o espaçamento entre plantas de 4 m x 4 m.

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

1.6.3. Fertirrigação

O uso de sistemas de irrigação, localizada na cultura da aceroleira, possibilita a aplicação de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação), que 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 freqüência, sem aumentar o custo de aplicação, minimizando perdas por volatilização e lixiviação, otimizando a absorção pelas raízes. Konrad (2002) verificou uma redução do consumo de fertilizantes da ordem de 35% com a fertirrigação, sem redução na produtividade da acerola.

O procedimento recomendado para a aplicação dos fertilizantes, via água de irrigação, consiste em dividir a operação em três etapas. Na primeira etapa, o sistema de irrigação opera apenas com água, até que a pressão e a vazão em todos os emissores estejam estabilizadas. Na segunda etapa, a solução fertilizante é injetada no sistema. Terminada a injeção, o sistema de irrigação deve operar novamente apenas com água por mais 20 ou 30 minutos, a fim de remover toda a solução fertilizante das tubulações.

1.7. Referências

- Almeida, J.I.L. de, and F.E. de Araújo. 1992. A acerola: Instruções preliminares de cultivo. (Fortaleza) EPACE. Fortaleza. (Pesquisa em Andamento 21).
- Alves, R.E., J.P. da Silva Júnior, A.Q. da Silva, H. Silva, and E. Malavolta. 1990. Concentração e exportação de nutrientes pelos frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.) por ocasião da colheita. In: 19ª Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.
- Araújo, P.S.R. de, and K. Minami. 1994. Acerola. Fundação Cargil, Campinas.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso 1998. Efeito de diferentes regimes de irrigação sobre a produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: Simpósio Avanços Tecnológicos na Agroindústria Tropical, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso. 1998. Produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.) sob diferentes regimes de irrigação. Embrapa-CNPAT, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 18).
- Chu, E.Y. 1993. Inoculação de fungos endomicorrízicos em plântulas de acerola (*Malpighia glabra* L.). Embrapa-CPATU, Belém. (Boletim de Pesquisa, 149).
- Cibes, H., and G. Samuels. 1995. Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. University of Puerto Rico, Rio Piedras. (Technical Paper, 15).
- Corrêa, F.L. de O., C.A.S. Souza, J.G. de Carvalho, and V. Mendonça. 2002. Fósforo e Zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal 24:793-796.
- Couceiro, E.M. 1985. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. UFRPE, Recife.
- Cunha, R. de C.S. da. 1992. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) em função da idade e da época do ano. (Monografia de Graduação), CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

- Cunha, R.C.S., J.P. Silva Júnior, and A.C. Conceição Júnior. 1993. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em função da idade e época do ano na cultura da acerola (*Malpighia glabra* L.). Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina 5:57-65.
- Departamento de Ciência do Solo. 1993. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Freire, J.L. de O. 1995. Acerola (*Malpighia* sp) concentrações de NPK em plantas e caracterização físico-química de frutos em pomares de diferentes regiões da Paraíba. (Dissertação de Mestrado). CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Hernández-Medina, E., J. Vélez-Santiago, and M.A. Lugo-López. 1970. Root development of acerola trees as affected by liming. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 54:57-61.
- IBGE. 2004. Censo Agropecuário. <http://www.ibge.gov.br>.
- Kavati, R. 1995. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no Estado de São Paulo. p. 149-154. In: A.R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Konrad, M. 2002. Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp.*) na região da nova alta paulista. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Ilha Solteira.
- Korner, C., A. Judith, A. Scheel, and H. Bauer. 1979. Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. Photosynthetica 13:45-82.
- Landrau Júnior, P., and E. Hernandez-Medina. 1959. Effects of major and minor elements, lime and soil arrendments on the yield and ascorbic acid content of acerola (*Malpighia pinicifolia* L.). Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 43:19-33.
- Ledin, R.B. 1958. The Barbados of West Indian cherry. University of Florida, Gainesville. (University of Florida. Bulletin, 594).
- Lugo-López, M.A., E. Hernández-Medina, and G. Acevedo. 1959. Response of some tropical soils and crops of Puerto Rico to applications of lime. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 28:57-61.
- Malavolta, E., H.P. Haag, F.A.F. Mello, and M.O.C. Brasil Sobrinho. 1967. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. Pioneira, São Paulo.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, and A.A. de Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafos, Piracicaba.
- Manica, I., I.M. Icuma, J.C. Fioravanco, M.C. Paiva Jr., and N.T.V. Junqueira. 2003. Acerola: Tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados. Cinco Continentes, Porto alegre.

- Martins Neto, D., F.M.L. Bezerra, and R.N.T. Costa. 1998. Evapotranspiração real da acerola (*Malpighia glabra* L.) durante o primeiro ano de implantação nas condições climáticas de Fortaleza (CE). p. 55-57. In: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Poços de Caldas, 1998. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas.
- Marty, G.M., and W. Pennock. 1965. Práticas agronômicas para el cultivo comercial de la acerola en Puerto Rico. Revista de Agricultura de Puerto Rico 52:107-111.
- Miranda, J.R.P. de, A.L. de O. Freire, J.S. Souto, O.N. Moura, and S.S. Rolim Júnior. 1995. Efeito da omissão de nutrientes sobre os teores foliares de macronutrientes em mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.). p. 221. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Lavras, 1995. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras.
- Musser, R. dos S. 1995. Tratos culturais na cultura da acerola. p. 47-52. In: A.R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Nakasone, H.Y., G.M. Yamane, and R.K. Miyashita. 1968. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. Agricultural Experimental Station, Hawaii. (Circular, 65).
- Nascimento, L.C. do. 1995. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia* sp) cultivadas nas regiões do Cariri e Brejo Paraibano. (Monografia de Graduação) CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Nogueira, R.J.M.C., J.A.P.V. Moraes, and H.A. Burity. 2000. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 35:1331-1342.
- Oliveira, M.N.S. de. 1996. Comportamento fisiológico de plantas jovens de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biriba em função da baixa disponibilidade de água no solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Paiva, J.R. de, R.E. Alves, L. de M. Barros, J.R. Crisóstomo, C.F.H. Moura, A.S. Almeida, and N.P. Noryes. 2003. Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 87).
- São José, A.B., and D. Batista. 1995. Propagação sexual da acerola. p. 28-31. In: A. R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Silva Júnior, J.P. da S., R.E. Alves, H. Silva, and A.Q. da Silva. 1990. Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivadas em pomar. In: 19º Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.

- Silva, G.D. da. 1998. Absorção de macro e micronutrientes pela aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Simão, S. 1971. Cereja das Antilhas. p. 477-485. *In*: S. Simão. Manual de Fruticultura. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Teixeira, A.H. de C., and P.V. de Azevedo. 1995. Índices-limite do clima para o cultivo da acerola. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 30:1403-1410.

2. Banana

Ana Lúcia Borges¹
Luciano da Silva Souza¹
Arlene Maria Gomes Oliveira¹

2.1. Introdução

A banana, *Musa* spp., é uma das frutas mais consumidas no mundo e cultivada na maioria dos países tropicais. Constitui importante fonte de alimento, podendo ser consumida verde ou madura, crua ou processada (cozida, frita, assada e industrializada). A fruta possui vitaminas (A, B e C), minerais (Ca, K e Fe) e baixo teor calórico (90 a 120 kcal 100 g⁻¹) e de gordura. Contém aproximadamente 70% de água, sendo o material sólido formado, principalmente, de carboidratos (23 a 32 g 100 g⁻¹), proteínas (1,0 a 1,3 g 100 g⁻¹) e gorduras (0,37 a 0,48 g 100 g⁻¹).

Em 2004, a produção mundial de banana, para consumo in natura foi de aproximadamente 73 milhões de toneladas. O maior produtor, Índia (23%), seguido do Brasil (9%), China e Equador (8%, respectivamente). Quanto aos platanos – bananas processadas para o consumo – a produção mundial foi de 33 milhões de toneladas. O Continente Africano, apesar de apresentar a menor produtividade (5,72 t ha⁻¹), representou 70% desse total. Uganda (30% da produção mundial), Colômbia (20%) e Ruanda (8%) foram os maiores países produtores de bananas processadas para consumo (FAO, 2006)

No Brasil a bananeira é cultivada de norte a sul, numa área aproximada de 500.000 hectares, envolvendo desde a faixa litorânea até os planaltos interioranos. Em 2004, a produção brasileira foi de 6,5 milhões de toneladas, das quais, Sudeste e Nordeste foram responsáveis por dois terços. Noventa e nove por cento da produção brasileira foram destinadas ao mercado interno.

A bananeira é uma planta monocotiledônea, herbácea (após a colheita a parte aérea é cortada), apresentando caule subterrâneo (rizoma) de onde saem as raízes primárias, em grupos de três ou quatro, no total de 200 a 500 raízes, com espessura de 5 a 8 mm. As raízes são brancas e tenras quando novas e saudáveis, tornando-se amareladas e endurecidas com o tempo. O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir horizontalmente até 5 m; no entanto, é mais comum de 1 a 2 m, dependendo da cultivar e das condições do solo e, cerca de 40% na profundidade de 10 cm e 60 a 80% estão concentradas na camada de 30 cm.

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura; Caixa Postal 001, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil, E-mail: analucia@cnpmf.embrapa.br, lsouza@cnpmf.embrapa.br, arlenegomes@uol.embrapa.br.

O pseudocaule é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. Uma planta pode emitir de 30 a 70 folhas, com o aparecimento de uma nova folha no período de 7 a 11 dias. A inflorescência sai do centro da copa, apresentando brácteas ovalar, de coloração, geralmente, roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. No conjunto de flores formam-se as pencas (7 a 15), apresentando número variável de frutos (40 a 220), dependendo da cultivar.

Os fatores que influenciam no crescimento e produção das bananeiras classificam-se em fatores internos e externos. Os fatores internos estão relacionados com as características genéticas da variedade utilizada, os externos referem-se às condições de clima, solo, agentes bióticos (pragas e doenças) e a ação do homem (Borges et al., 2000).

2.2. Clima e solo

2.2.1. Clima

A melhor temperatura para o desenvolvimento normal das bananeiras comerciais situa-se em torno dos 28 °C, considerando-se a faixa de 15 °C a 35 °C de temperaturas como os limites extremos para a exploração racional da cultura. Se houver suprimento de água e de nutrientes, essa faixa de temperatura induz ao crescimento máximo da planta.

Em temperaturas abaixo de 15 °C, a atividade da planta é paralisada, e inferiores a 12 °C provocam o distúrbio fisiológico conhecido como “chilling” ou “friagem”, que prejudica os tecidos dos frutos, principalmente os da casca. O “chilling” pode ocorrer nas regiões subtropicais onde a temperatura mínima noturna atinge a faixa de 4,5 °C a 10 °C. Esse fenômeno é mais comum nos pomares, podendo, também ocorrer durante o transporte dos cachos, na câmara de climatização ou logo após a banana colorir-se de amarelo. As baixas temperaturas, também, provocam a compactação da roseta foliar, dificultando o lançamento da inflorescência ou provocando o seu “engasgamento”, o qual deforma o cacho, inviabilizando a sua comercialização. Quando a temperatura chega a 0 °C, sobrevém a geadas, causadora de graves prejuízos, tanto na safra atual como na seguinte.

Em temperaturas acima de 35 °C, o desenvolvimento da planta é inibido, em consequência, principalmente, da desidratação dos tecidos, sobretudo das folhas (Borges et al., 2000).

A bananeira é cultivada em altitudes que variam de 0 a 1.000 m acima do nível do mar. Com as variações de altitude, seu ciclo é alterado. As bananeiras do subgrupo Cavendish, cultivadas em baixas altitudes (0 a 300 m), apresentam ciclo de crescimento de 8 a 10 meses, enquanto altitudes acima de 900 m são necessários 18 meses para completar o seu ciclo. Comparações de bananeiras cultivadas sob

as mesmas condições de solo, chuva e umidade observa-se aumento de 30 a 45 dias no ciclo de produção para cada 100 m de acréscimo na altitude. A altitude tem influência sobre a temperatura, chuva, umidade relativa e luminosidade que, conseqüentemente, afetarão o crescimento e a produção da bananeira (Borges et al., 2000). A baixa umidade relativa do ar proporciona folhas mais coriáceas e com vida mais curta (Borges et al., 2000). A bananeira planta típica das regiões tropicais úmidas, apresenta melhor desenvolvimento em locais com média anual de umidade relativa superior a 80%. Essa condição acelera a emissão das folhas, prolonga sua longevidade, favorece a emissão da inflorescência e uniformiza a coloração dos frutos. Contudo, quando associada às chuvas e às temperaturas elevadas, provoca ocorrência de doenças fúngicas, principalmente a Sigatoka-amarela.

Os ventos podem causar desde pequenos danos até à destruição do bananal. Os prejuízos causados pelo vento são proporcionais à sua intensidade e podem provocar: “chilling” ou “friagem”, ventos frios; desidratação da planta, em conseqüência de grande evaporação; fendilhamento das nervuras secundárias; diminuição da área foliar, pela dilaceração das folhas; rompimento de raízes; quebra da planta; e tombamento da planta. As perdas de colheita, provocadas pelos ventos, têm sido relatadas na bananicultura e podem ser estimadas entre 20 e 30% da produção total.

A maioria das cultivares suporta ventos de até 40 km hora⁻¹. Velocidades entre 40 e 55 km h⁻¹ produzem danos que variam de moderados a severos, dependendo da idade das plantas, variedade, desenvolvimento e altura. Quando a velocidade do vento excede a 55 km h⁻¹, a destruição da planta pode ser total. Contudo, variedades de porte baixo, como a Nanica, podem suportar ventos de até 70 km h⁻¹, quando comparadas com variedades de porte médio (Nanicão e Grande Naine). Em áreas sujeitas à incidência de ventos recomenda-se o uso de quebra-ventos: cortinas de bambu, de *Musa balbisiana*, de *Musa textilis* ou de outras plantas.

A bananeira requer alta luminosidade, ainda que a duração do dia, aparentemente, não influa no seu crescimento e frutificação. Em regiões com alta luminosidade, o período para que o cacho atinja o ponto de corte comercial é de 80 a 90 dias após a sua emissão, enquanto que, em regiões com baixa luminosidade, em algumas épocas do ano, o período varia entre 85 a 112 dias. Sob luminosidade intermediária, a colheita ocorre entre 90 e 100 dias a partir da emissão do cacho.

A atividade fotossintética é rapidamente acelerada quando a iluminação encontra-se na faixa de 2.000 a 10.000 lux, sendo mais lenta na faixa entre 10.000 e 30.000 lux, em medições feitas na superfície inferior das folhas, onde os estômatos são mais abundantes. Valores baixos (inferiores a 1.000 lux) são insuficientes para que a planta tenha bom desenvolvimento. Já os níveis, excessivamente altos, podem provocar a queima das folhas, sobretudo quando essas encontram-se na fase de cartucho ou recém-abertas, como também da inflorescência (Borges et al., 2000).

A bananeira é uma planta com elevado e constante consumo de água, em virtude da morfologia e hidratação de seus tecidos. As maiores produções de banana estão associadas à precipitação total anual de 1.900 mm, bem distribuída no decorrer do ano, ou seja, representando 160 mm mês⁻¹ ou 5 mm dia⁻¹. A carência de água adquire maior gravidade nas fases de diferenciação floral (período floral) e no início da frutificação. Quando submetida à severa deficiência hídrica no solo, a roseta foliar se comprime, dificultando, ou até mesmo, impedindo o lançamento da inflorescência. Em conseqüência, o cacho pode perder seu valor comercial.

Em cultivos irrigados, a quantidade de água aplicada está estreitamente relacionada com a capacidade de retenção de água pelo solo. Em solos profundos e com boa capacidade de retenção de água, a adição de 100 mm mês⁻¹ pode ser suficiente, contudo, em solos de baixa capacidade de retenção de água pode ser necessária a adição de 180 mm mês⁻¹. É fundamental, porém, que o fornecimento de água assegure disponibilidade não inferior a 75% da capacidade de retenção de água do solo, sem que ocorra o risco de saturação, o que prejudicaria a sua aeração (Borges et al., 2000). Assim, a precipitação efetiva anual deveria ser de 1.200-2.160 mm ano⁻¹.

2.2.2. Solos

Em todo o território brasileiro encontram-se condições de solo favoráveis ao cultivo de banana. Contudo, nem sempre são utilizados aqueles mais adequados, o que reflete em baixa produtividade e má qualidade dos frutos. Apesar da bananeira apresentar sistema radicular superficial (30 cm), é importante que o solo seja profundo, com mais de 75 cm sem qualquer impedimento e, os com profundidade inferior a 25 cm são considerados inadequados. Em solos compactados, as raízes da bananeira raramente atingem profundidades abaixo de 60 a 80 cm, fazendo com que as plantas fiquem sujeitas ao tombamento. Em solos com camada adensada a 30-35 cm de profundidade, na qual o sistema radicular não penetra, a subsolagem se faz necessária. Daí, a importância de se observar o perfil do solo como um todo, e não apenas as camadas superficiais. Recomenda-se, para o bom desenvolvimento da bananeira, que os solos não apresentem camada impermeável, pedregosa ou endurecida, nem lençol freático a menos de um metro de profundidade (Borges et al., 2000).

De modo geral, quando as condições climáticas são favoráveis, os cultivos podem ser estabelecidos tanto em encostas como em terrenos planos. Contudo, áreas com declives inferiores a 8% são as mais recomendadas; solos com declividade entre 8 e 30% são de uso restrito e os com declive acima de 30%, são consideradas inadequadas. Os terrenos planos a suavemente ondulados (declives menores que 8%) são mais adequados, pois facilitam o manejo da cultura, a mecanização, as práticas culturais, a colheita e a conservação do solo.

Em áreas declivosas (na faixa de 8 a 30%), além de medidas de controle da erosão, a irrigação é dificultada exigindo o uso de motobombas de maior capacidade, com

grande consumo de energia, necessitando, ainda, compensador de pressão em razão das diferenças na topografia do terreno. Nas principais regiões produtoras de banana no mundo, as várzeas e baixadas mecanizáveis têm sido utilizadas com sucesso, especialmente na produção de banana destinada à exportação (Borges et al., 2000).

A adequada disponibilidade de oxigênio é de fundamental importância para o bom desenvolvimento do sistema radicular da bananeira. Ocorrendo falta de oxigênio, as raízes perdem a rigidez, adquirem cor cinza-azulada pálida e apodrecem rapidamente. Uma má aeração do solo pode ser provocada pela compactação ou encharcamento. Portanto, para melhorar as condições de aeração do solo, em áreas com tendência a encharcamento deve-se estabelecer um bom sistema de drenagem. Os excessos continuados de umidade no solo por mais de três dias promovem perdas irreparáveis no sistema radicular, com reflexos negativos na produção da cultura. Por essa razão, os solos cultivados com bananeira devem ter boa profundidade e drenagem interna, para que os excessos de umidade sejam drenados rapidamente e o nível do lençol freático mantenha-se abaixo de 1,80 m de profundidade (Borges et al., 2000).

2.3. Manejo do solo e da cultura

A bananeira é uma planta que pouco provoca a degradação do solo, contudo, isso não dispensa a escolha de áreas adequadas para o seu cultivo. Além disso, é importante a utilização de práticas de preparo do solo adequadas, para promover o crescimento radicular, tanto em volume quanto em profundidade. O uso de cobertura morta e viva para manter o solo coberto, reduz os efeitos das enxurradas e propiciam maior reciclagem de nutrientes. (Souza e Borges, 2000).

Em geral, o preparo do solo visa melhorar às condições físicas do terreno para o crescimento das raízes, pelo aumento da aeração e da infiltração de água e a redução da sua resistência à expansão das raízes. No preparo do solo, os seguintes cuidados são recomendados: alternar o tipo de implemento utilizado, e a profundidade de trabalho para minimizar o risco de formação de camadas compactadas e de desagregação do solo; revolver o solo o mínimo possível, e sempre em condições adequadas de umidade e preservar o máximo de resíduos vegetais sobre a superfície do terreno. O preparo do solo para plantio pode ser feito, manualmente ou com o uso de máquinas.

A aplicação de calcário, quando recomendada, deve ser realizada, com antecedência mínima de 30 dias do plantio, utilizando, preferencialmente, calcário dolomítico. Isso, evita o desequilíbrio entre potássio (K) e magnésio (Mg) e, conseqüentemente, o surgimento do distúrbio fisiológico “azul da bananeira” (deficiência de Mg induzida pelo excesso de K). A recomendação de calagem deve basear-se na elevação da saturação por bases para 70% e o teor de Mg^{2+} para $8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em solos ácidos

(pH em água inferior a 6,0) adicionar 300 g de calcário na cova de plantio, (Borges et al., 2002).

A bananeira é muito sensível à competição com plantas invasoras no período de formação do pomar, exigindo limpas mensais, por proporcionarem crescimento mais rápido da planta e produção mais elevada (Chambers, 1970), especialmente nos primeiros cinco meses após o plantio (Alves e Oliveira, 1997). Após esse período, a bananeira é menos sensível à competição do mato (Belalcázar Carvajal, 1991). O controle das plantas invasoras pode ser por métodos mecânico e químico. Capina manual – usando-se a enxada, deve-se tomar o cuidado para evitar danos no sistema radicular e capina mecânica – com a utilização de grade de disco ou de enxada rotativa nas ruas dos bananais, pode propiciar a compactação do solo e danos ao sistema radicular. Após os cinco meses do plantio, o uso de roçadeira manual ou mecânica é recomendado, pois evita o revolvimento do solo e não causa danos ao sistema radicular. A escolha do herbicida ou da mistura de herbicidas a ser utilizada, vai depender da composição florística presente na área e da seletividade da cultura (Carvalho, 2000).

O controle integrado, utilizando-se o método mecânico (roçadeira nas entrelinhas) com o químico (herbicida pós-emergente), tem sido viável em determinadas épocas do ano, associando-se com o plantio de uma leguminosa nas entrelinhas, que é ceifada na estação seca (Carvalho, 2000).

2.4. Nutrição mineral

A bananeira é uma planta de crescimento rápido que requer, para seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Embora parte das necessidades nutricionais possa ser suprida pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas, na maioria das vezes, é necessário aplicar calcário e fertilizantes químicos e orgânicos para a obtenção de produções economicamente rentáveis. A quantidade de nutrientes requerida depende da cultivar plantada e do potencial produtivo, da densidade populacional, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço de nutrientes no solo e da capacidade de absorção do sistema radicular. As quantidades de fertilizantes minerais requeridas, em geral, são elevadas em virtude das altas quantidades de nutrientes exportadas na colheita de cachos (Borges et al., 2002).

2.4.1. Extração e exportação de nutrientes

A bananeira demanda grande quantidade de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obtenção de alto rendimento (López M., 1994; Robinson, 1996). O potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira, seguidos pelo magnésio (Mg), cálcio (Ca), enxofre(S) e fósforo (P) (Tabela 2.1).

Dos micronutrientes, boro (B) e zinco (Zn) são os mais absorvidos, principalmente pela bananeira 'Terra', em seguida o cobre (Cu) (Tabela 2.1). A variação entre genótipos destaca a maior absorção de nutrientes pela bananeira 'Terra', certamente em razão da maior produção de matéria seca e das diferentes condições edafoclimáticas de cultivo (Tabelas 2.1).

Além do conhecimento do conteúdo total de nutrientes absorvidos pela bananeira, é importante quantificar o total exportado pela colheita, visando à restituição via adubação e pela devolução dos restos vegetais ao solo. Na colheita, os nutrientes são exportados pelo cacho (frutos + engaço + ráquis feminina + ráquis masculina + coração). Na grande maioria das pesquisas, a exportação dos macronutrientes absorvidos pelo cacho ocorre na seguinte ordem decrescente: $K > N > Mg$, variando a ordem para as quantidades de S, P e Ca (Tabela 2.1). As cultivares com maior quantidade de matéria seca no cacho exportam maiores quantidades de macronutrientes. A remoção de nutrientes pelos cachos de banana do subgrupo Cavendish, segundo a IFA (1992) é em $kg\ t^{-1}$, de 1,7 de N; 0,2 de P; 5,0 de K e 0,2 de S. Para São Paulo, os valores indicados para a banana 'Nanicão', segundo Raij et al. (1996) são em $kg\ t^{-1}$: 2,1 de N; 0,3 de P; 5,0 de K e 0,1 de S. Para 'Prata Anã', nas condições do Recôncavo Baiano, os valores obtidos por tonelada de cachos foram: ($kg\ t^{-1}$) 2,3 de N; 0,24 de P; 5,5 de K; 0,28 de Ca; 0,35 de Mg e 0,12 de S (Faria, 1997).

A exportação de micronutrientes pelo cacho em relação ao total absorvido é de 28% para B, 49% para Cu e 42% para Zn (calculada da Tabela 2.1).

Embora a bananeira necessite de grande quantidade de nutrientes, uma parte considerável retorna ao solo, uma vez que 66 % da massa vegetativa produzida na colheita é devolvida ao solo, em forma de pseudocaule, folhas e rizoma. Por exemplo, a cultivar "Terra" quantidade nutrientes reciclados a partir dos restos culturais chegam, em $kg\ ha^{-1}$, de 170 de N; 9,6 de P; 311 de K; 126 de Ca; 187 de Mg e 21 de S (Borges et al., 2002).

As perdas por lixiviação, volatilização e erosão, dependem das condições físicas e químicas do solo e do regime de chuvas. Para diminuir essas perdas, o sistema radicular deve ser vigoroso e os fertilizantes aplicados em quantidades pequenas por vez (Borges et al., 2002).

2.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): Nutriente importante para o crescimento vegetativo, sobretudo nos três primeiros meses iniciais, quando a planta está em desenvolvimento e favorece a emissão e o desenvolvimento dos perfilhos, além de aumentar a quantidade de matéria seca. Oliveira et al. (1998) observaram aumento de 8% e 11%, respectivamente, no número de folhas e de pencas, quando se adicionou $400\ kg\ de\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, em comparação com o tratamento sem N.

A deficiência de N leva a uma clorose generalizada das folhas, pecíolos róseos, cachos raquíticos e com menor número de pencas. Ocorre, normalmente, em solos com baixo teor de matéria orgânica, ácidos, onde é menor a mineralização da matéria orgânica, bem como em solos com alta lixiviação e onde existe seca prolongada. A deficiência de N pode ser corrigida com a aplicação de 50 a 300 kg de N ha⁻¹, dependendo do teor foliar determinado. O excesso de N leva à produção de cachos fracos com pencas espaçadas (Borges et al., 2002).

Fósforo(P): Na falta de P as plantas apresentam crescimento atrofiado e raízes pouco desenvolvidas. Além disso, as folhas mais velhas são tomadas por uma necrose marginal em forma de dentes de serra com coloração verde-escura e quebra de pecíolos. Os frutos podem apresentar-se com menor teor de açúcar. A deficiência de P é observada em solos com baixos conteúdos do elemento e, especialmente em solos ácidos. A correção da deficiência pode ser feita pela aplicação de 40 a 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹, dependendo do teor no solo e nas folhas (Borges et al., 2002).

Potássio(K): O potássio é o nutriente mais absorvido pela bananeira. Esse nutriente desempenha vários processos vitais na planta. O K está envolvido na translocação dos fotossintatos, no balanço hídrico, na produção e qualidade dos frutos pelo aumento à resistência desses ao transporte e melhorando a sua qualidade, pelo aumento dos sólidos solúveis totais e açúcares e decréscimo da acidez da polpa. A sua deficiência caracteriza-se pelo amarelecimento rápido e murchamento precoce das folhas mais velhas; o limbo se dobra na ponta da folha, aparentando aspecto encarquilhado e seco (ver no apêndice do capítulo 2, fotos 2.1 - 2.3). O cacho é a parte da planta mais afetada pela sua falta, pois reduz a produção de matéria seca. Com um baixo suprimento, a translocação de carboidratos das folhas para os frutos diminui e, mesmo quando os açúcares atingem os frutos, sua conversão em amido é restrita, produzindo frutos pequenos e cachos impróprios para comercialização. A deficiência ocorre em solos pobres do nutriente, intensamente lixiviados e, também, quando da excessiva aplicação de calcário, devido ao antagonismo Ca e K decrescendo a absorção do K. A deficiência pode ser corrigida com a aplicação de 150 a 600 kg de K₂O ha⁻¹, dependendo dos teores no solo e nas folhas e da expectativa de produtividade (Borges et al., 2002).

Cálcio (Ca): O sintoma visual (Alves e Oliveira, 1997) e deficiência de Ca se manifesta, principalmente, nas folhas mais novas, caracterizando-se por cloroses descontínuas nos bordos, engrossamento das nervuras secundárias e diminuição do tamanho da folha. Nos frutos, pode levar à maturação irregular, à podridão e à formação de frutos verdes juntos com maduros, com pouco aroma e açúcar. A sua deficiência ocorre em solos pobres do elemento, bem como onde houve excesso de adubação potássica. A carência normalmente é suprida pela aplicação de calcário ou de gesso. As quantidades a serem aplicadas dependem dos teores no solo e nas folhas (Borges et al., 2002).

Tabela 2.1. Quantidades de macro e micronutrientes absorvidos (AB), exportados (EX) e restituídos ao solo (RE) por diferentes genótipos de bananeira, na colheita.

Cultivar	Macronutrientes (kg ha ⁻¹)																	
	N			P			K			Ca			Mg			S		
	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE
Caipira	146,9	52,9	94,0	9,8	3,9	5,9	313,9	124,7	189,1	53,0	2,8	50,2	58,0	5,2	52,8	9,3	3,0	6,3
Prata Anã	136,5	44,4	92,1	10,1	4,6	5,5	418,5	107,1	311,4	71,6	5,5	66,1	61,6	6,9	54,7	5,8	2,4	3,4
Pioneira	116,7	29,7	87,0	8,5	3,2	5,3	371,1	100,0	271,1	73,2	3,6	69,6	70,8	5,0	65,8	5,3	1,1	4,2
FHIA-18	144,1	50,9	93,2	11,2	5,2	6,0	382,4	142,4	240,0	74,1	4,8	69,3	64,5	7,0	57,4	7,5	2,8	4,7
Terra	227,9	57,9	170,0	15,5	5,9	9,6	459,2	156,2	303,0	131,0	5,5	125,5	193,2	6,5	186,7	35,9	14,9	21,0
Média	154,4	47,2	107,3	11,0	4,6	6,5	389,0	126,1	262,9	80,6	4,4	76,1	89,6	6,1	83,5	12,8	4,8	7,9
Cultivar	Micronutrientes (g ha ⁻¹)																	
	B			Cu			Zn											
	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE									
Caipira	295,5	98,8	196,7	52,1	11,7	40,4	132,9	40,5	92,4									
Prata Anã	309,5	70,1	239,4	26,9	5,4	21,5	148,1	52,4	95,7									
Pioneira	222,3	50,3	172,0	30,1	4,9	25,2	120,5	33,2	87,3									
FHIA-18	237,7	81,9	155,8	34,7	10,2	24,5	115,7	43,5	72,2									
Terra	482,7	132,6	350,1	239,9	155,4	84,5	662,0	324,2	337,8									
Média	309,5	86,7	222,8	76,7	37,5	39,2	235,8	98,8	137,1									

Fonte: Borges *et al.*, 2002.

Magnésio (Mg): A carência do nutriente ocorre em solos de baixa fertilidade, ácidos e ainda, pelo excesso de adubação potássica. Esse é um aspecto importante, uma vez que a bananeira é muito exigente em potássio. O conteúdo de Mg deve estar presente no solo em quantidade suficiente para impedir o aparecimento do “azul da bananeira”, uma deficiência de Mg induzida pelo excesso de K, sendo caracterizado por manchas pardo-violáceas nos pecíolos.

A deficiência de Mg ocorre nas folhas mais velhas, caracterizando-se pelo amarelecimento paralelo às margens do limbo foliar, por deformações e irregularidades nas emissões florais. A podridão dos pecíolos, com mau cheiro e descolamento das bainhas do pseudocaule. O sintoma mais comum no campo é a clorose da parte interna do limbo, também conhecida como clorose magnesiana, com a nervura central e os bordos permanecendo verdes. Quando os sintomas atingem os cachos, esses se tornam raquíticos e deformados, a maturação dos frutos, é irregular, a polpa é mole, viscosa, de sabor desagradável e de apodrecimento rápido.

A deficiência de Mg pode ser corrigida pela aplicação de calcário dolomítico, ou com a aplicação de 50 a 100 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio, dependendo do teor encontrado no solo e na folha.

O excesso de Mg leva à cor azulada no pecíolo e clorose irregular seguida de necrose nas folhas (Borges et al., 2002).

Enxofre (S): A deficiência de S na planta caracteriza-se por clorose generalizada do limbo das folhas mais novas, que desaparece com a idade, por causa do aprofundamento do sistema radicular, explorando maior volume de solo. Quando a deficiência progride, há necrose das margens do limbo e pequeno engrossamento das nervuras, à semelhança do que ocorre na deficiência de cálcio.

O suprimento de S normalmente é feito mediante as adubações nitrogenadas com sulfato de amônio, e fosfatada, com superfosfato simples (Borges et al., 2002).

Boro (B): Os primeiros sinais de deficiência de boro (B) expressam-se como listras amarelo-brancas, que se espalham pela superfície da folha e paralelas à nervura principal, seguidas de necrose. As folhas podem ficar deformadas, e apresentar redução do limbo. Estes sintomas são semelhantes àqueles do de enxofre. Nos casos graves, surge uma goma no pseudocaule, que atinge a flor e pode até mesmo impedir sua emergência, ficando a inflorescência bloqueada dentro do pseudocaule.

Cobre (Cu): A deficiência de Cu, muitas vezes, é confundida com a de N, em razão de clorose generalizada, e porte reduzido da planta, em forma de guarda-sol. A planta fica extremamente sensível ao ataque de trips, fungos e vírus do mosaico e os frutos apresentam manchas de ferrugem (Cordeiro e Borges, 2000). Segundo Dechen et al. (1991), o Cu está envolvido no mecanismo de resistência às doenças fúngicas pois, na sua falta, as plantas ficam pouco lignificadas, facilitando a penetração do patógeno.

Ferro (Fe): As plantas deficientes em ferro apresentam clorose marginal do limbo das folhas mais jovens, atingindo rapidamente o interior pelos espaços internervais, podendo ficar quase totalmente descoloridas (brancas).

Manganês (Mn): A deficiência de Mn ocorre normalmente nas folhas medianas, com o limbo apresentando clorose em forma de pente nos bordos. Eventualmente, ocorre desenvolvimento do fungo *Deightonella torulosa* no limbo foliar, podendo contaminar os frutos (Cordeiro e Borges, 2000).

Zinco (Zn): Elemento essencial na síntese do triptofano, precursor do ácido indolacético (AIA) o qual induz a produção de tilose. Esse último, é envolvido nos mecanismos de resistência da planta ao mal-do-Panamá, mostrando a correlação positiva existente entre deficiência de Zn e incidência do mal-do-Panamá (Cordeiro, 1984).

As plantas deficientes apresentam crescimento e desenvolvimento retardados, folhas pequenas e lanceoladas, apresentando, também, listras amarelo-brancas entre as nervuras secundárias e pigmentação vermelha na face inferior. Os frutos, além de pequenos, podem se apresentar enrolados, com as pontas verde-claras e o ápice em formato de mamilo, em bananas do subgrupo Cavendish. Tal sintomatologia, muitas vezes é confundida com os de infecção por vírus (Cordeiro e Borges, 2000).

A diagnose foliar é uma técnica importante para a fruticultura. Para que essa ferramenta seja utilizada, adequadamente, é necessário que se observe, principalmente, a época e posição das folhas amostradas. Recomenda-se amostrar, para a bananeira, a terceira folha a contar do ápice, com a inflorescência no estágio de todas as pencas femininas descobertas (sem brácteas) e não mais de três pencas de flores masculinas (Figura 2.1). Coletam-se 10 a 25 cm da parte interna mediana do limbo, eliminando-se a nervura central. Nesse estágio de desenvolvimento existe um padrão de nutrientes já definido, que pode ser usado como referência. As faixas de nutrientes adequadas para algumas cultivares encontram-se na Tabela 2.3 (Borges et al., 2002).

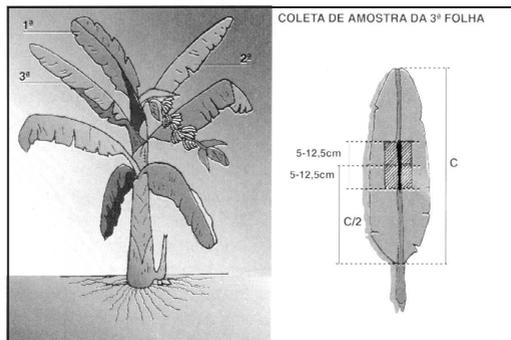


Fig. 2.1. Amostragem foliar em bananeira para análise química.

2.5. Adubação

2.5.1. Adubação orgânica

A adubação orgânica é a melhor forma de fornecimento de nitrogênio, principalmente, quando se utilizam mudas convencionais, pois as perdas de N são mínimas; além disso, estimula o desenvolvimento das raízes. Assim, deve ser usada na cova: esterco bovino (10 a 15 litros), ou esterco de galinha (3 a 5 litros), ou torta de mamona (2 a 3 litros), ou outros compostos disponíveis na região ou propriedade. Vale ressaltar que, o adubo orgânico, independente da fonte, deve ser bem curtido. Caso haja disponibilidade, adicionar anualmente $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de esterco de bovino. A cobertura do solo com resíduos vegetais de bananeiras (folhas e pseudocaules) é uma alternativa viável para os pequenos produtores. Tal prática aumenta os teores de nutrientes do solo, principalmente potássio e cálcio além de melhorar suas características físicas, químicas e biológicas (Borges et al., 2002).

2.5.2. Adubação mineral

O nitrogênio é muito importante para o crescimento vegetativo da planta, recomendando-se $200 \text{ kg de N mineral ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na fase de formação e de $160 \text{ a } 400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, na fase de produção da bananeira, dependendo da produtividade esperada. A primeira aplicação deve ser feita em cobertura, em torno de 30 a 45 dias após o plantio. Recomendam-se como adubos nitrogenados: sulfato de amônio, nitrato de cálcio e nitrato de amônio.

O potássio é considerado o nutriente mais importante para a produção de frutos de qualidade superior. A quantidade recomendada varia de $200 \text{ a } 450 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ na fase de formação e de $100 \text{ a } 750 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ na fase de produção, dependendo do teor no solo. A primeira aplicação deve ser feita em cobertura, no segundo ou terceiro mês após o plantio. Caso o teor de K no solo seja inferior a $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, iniciar a aplicação aos 30 dias, juntamente com a primeira aplicação de N (Tabelas 2.2 e 2.3). O nutriente pode ser aplicado sob as formas de cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio, embora por questão de preço, a primeira seja quase sempre usada. Solos com teor de K acima de $0,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ dispensam a adubação potássica (Borges et al., 2002).

Embora essencial, a bananeira necessita de apenas pequenas quantidades de fósforo, contudo se necessário e não aplicado, prejudica o desenvolvimento do sistema radicular da planta e, conseqüentemente, afeta a produção. A quantidade total recomendada após análise do solo ($40 \text{ a } 120 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) deve ser colocada na cova, no plantio. A aplicação deve ser repetida anualmente, após nova análise química do solo. Os solos com teor de P acima de 60 mg dm^{-3} (extrator resina) dispensam a adubação fosfatada (Tabela 2.3) (Borges et al., 2002).

Tabela 2.2. Recomendação de adubação com N, P e K nas fases de plantio, formação e produção da bananeira irrigada.

Fase de desenvolvimento	N			P-resina (mg dm ⁻³)			K-trocável (cmol _c dm ⁻³)		
	0-12	13-30	30-60	>60	0-0,15	0,16-0,30	0,31-0,60	>0,60	
	kg ha ⁻¹			P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
No plantio	120	80	40	0	0	0	0	0	
Dias após o plantio									
30	0	0	0	0	20	0	0	0	
60	0	0	0	0	30	30	0	0	
90	0	0	0	0	40	30	20	0	
120	0	0	0	0	60	40	30	0	
120-180	100			0	300	250	150	0	
Na produção									
Produtividade esperada t ha ⁻¹									
<20	160	80	60	40	300	200	100	0	
20-40	240	100	80	50	450	300	150	0	
40-60	320	120	100	70	600	400	200	0	
>60	400	160	120	80	750	500	250	0	

⁽¹⁾Nitrogênio na forma orgânica (esterco bovino).

Fonte: Borges *et al.*, 2002.

Tabela 2.3. Faixas de teores de macro e micronutrientes consideradas adequadas para a bananeira irrigada conforme: (IFA, 1992); (Silva *et al.*, 2002; Borges e Caldas, 2002).

Nutriente	Fonte		
	IFA, 1992.	Silva <i>et al.</i> , 2002. <i>cv. Prata Anã</i>	Borges e Caldas, 2002. <i>cv. Pocovan</i>
Macronutrientes	----- g kg ⁻¹ -----		
N	27-36	25-29	22-24
P	1,6-2,7	1,5-1,9	1,7-1,9
K	32-54	27-35	25-28
Ca	6,6-12	4,5-7,5	6,3-7,3
Mg	2,7-6,0	2,4-4,0	3,1-3,5
S	1,6-3,0	1,7-2,0	1,7-1,9
Micronutrientes	----- mg kg ⁻¹ -----		
B	10-25	25-32	13-16
Cu	6-30	2,6-8,8	6-7
Fe	80-360	72-157	71-86
Mn	200-1.800	173-630	315-398
Zn	20-50	14-25	12-14

O boro e o zinco são os micronutrientes com maior frequência de deficiência nas bananeiras. Como fonte, aplicar no plantio 50 g de FTE BR12 (90 g de Zn, 18 g de B, 8 g de Cu, 30 g de Fe, 20 g de Mn e 1 g de Mo kg⁻¹) ou material similar por cova. Para o teor de B no solo inferior a 0,21 mg dm⁻³ (extrator água quente) deve-se aplicar 2,0 kg de B ha⁻¹; para o teor de Zn no solo inferior a 0,6 mg dm⁻³ (extrator DTPA) recomenda-se 6,0 kg de Zn ha⁻¹ (Tabela 2.4) (Borges *et al.*, 2002).

Tabela 2.4. Quantidades de boro (B) e zinco (Zn) aplicadas na cova de plantio da bananeira irrigada, com base na análise do solo.

Nutriente	Análise do solo (mg kg ⁻¹)	Adubação (kg ha ⁻¹)
	<u>Água quente</u> ⁽¹⁾	
B	0-0,21	2,0
	>0,21	0
	<u>DTPA</u> ⁽¹⁾	
Zn	0-0,60	6,0
	>0,60	0

⁽¹⁾Avaliar anualmente a disponibilidade de boro e de zinco no solo e, caso seja necessário, aplicar adubos contendo B e Zn ou adicionar 50 g planta⁻¹ de F.T.E. Br-12 (9% Zn, 1,8% B, 0,8% Cu, 3,0% Fe, 2,0% Mn e 0,1% Mo).

Fonte: Borges *et al.*, 2002.

O parcelamento das adubações vai depender da textura e da capacidade de troca catiônica do solo, bem como do regime de chuvas e do manejo adotado. Em solos arenosos e com baixa CTC deve-se parcelar, semanal ou quinzenalmente. Em solos mais argilosos as adubações podem ser feitas mensalmente ou a cada dois meses, principalmente, nas aplicações via solo (Borges *et al.*, 2002).

As adubações em cobertura devem ser feitas em círculo, numa faixa de 10 a 20 cm de largura e 20 a 40 cm distante da muda, aumentando-se a distância com a idade da planta. No bananal adulto, os adubos são distribuídos em meia-lua em frente às plantas filha e neta (Figura 2). Em terrenos inclinados, a adubação deve ser feita em meia-lua, do lado de cima da cova, e ligeiramente incorporada ao solo. Em casos de plantios muito adensados e em terrenos planos, a adubação pode ser feita a lanço, nas ruas (Borges *et al.*, 2002).

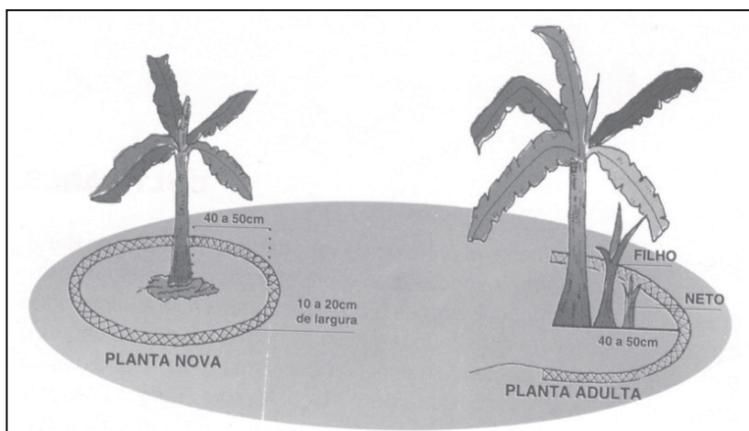


Fig. 2.2. Localização de fertilizantes na bananeira.

2.6. Irrigação

A bananeira requer grande quantidade de água, pois apresenta área foliar abundante e peso de água correspondente a 87,5% do peso total da planta. A deficiência de água pode afetar tanto a produtividade como a qualidade dos frutos. Pode-se estimar, para dias ensolarados, de baixa umidade relativa do ar e para uma área foliar total próxima de 14 m², que a planta consome 26 litros dia⁻¹; 17 litros dia⁻¹ em dias semi-cobertos; e 10 litros dia⁻¹ em dias completamente nublados.

2.6.1. Métodos de irrigação

Quanto aos métodos de irrigação para a bananeira não existem restrições à maioria deles. A sua escolha vai depender das condições locais de cultivo, como: o tipo do solo e seu relevo, o custo da implantação, manutenção e operação da irrigação, bem como a quantidade e qualidade da água e da mão-de-obra disponível. A preferência é por métodos que promovam:

- (i) distribuição uniforme de água no solo, isso é, alto coeficiente de uniformidade de distribuição de água;
- (ii) maior eficiência de aplicação de água;
- (iii) manutenção de umidade relativa média estável no dossel (Oliveira *et al.*, 2000).

O método da irrigação localizada, pela maior eficiência e menor consumo de água e energia, tem sido o mais recomendado, principalmente em regiões onde o fator água é limitante. Entre os sistemas de microaspersão e gotejamento, o primeiro gera maior área molhada, permitindo maior desenvolvimento das raízes. Na microaspersão devem ser utilizados microaspersores de vazões superiores a 45 L h⁻¹, sendo um para cada quatro plantas, obtendo-se maior área molhada. No gotejamento, deve-se atentar para o número e disposição dos gotejadores, estabelecendo uma área molhada propícia ao desenvolvimento das raízes. Os gotejadores podem ser instalados em uma ou duas linhas laterais por fileira de plantas, provendo uma faixa molhada contínua ao longo da linha lateral. Isso reduz o problema de possíveis incompatibilidades da localização dos gotejadores em relação ao pseudocaule, a qual muda a cada ciclo. O intervalo de irrigação nos sistemas de microaspersão e gotejamento pode variar de um dia para solos de textura média a arenosa e três dias para solos de textura média a argilosa (Coelho *et al.*, 2000).

2.6.2. Necessidades hídricas

A resposta da bananeira a diferentes níveis de irrigação depende das condições meteorológicas locais, que resultam em diferentes condições de evapotranspiração e constante térmica, associadas às características das cultivares, tais como: rugosidade, altura da planta, área foliar, que influem diretamente na resistência aerodinâmica, além de outros fatores: espaçamento da cultura, método de irrigação e práticas culturais como cobertura do solo.

2.6.3. Fertirrigação

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação ou fertirrigação é uma prática empregada na agricultura irrigada, constituindo-se no meio mais eficiente de adubação, pois combina com os dois fatores essenciais para o crescimento,

desenvolvimento e produção: água e nutrientes. Essa prática adapta-se mais aos sistemas de irrigação localizados (microaspersão e gotejamento), uma vez que aproveita as características próprias do método, tais como: baixa pressão, alta frequência de irrigação e possibilidade de aplicação da solução na zona radicular, tornando mais eficiente o uso do fertilizante. A frequência de fertirrigação pode ser a cada 15 dias em solos com maior teor de argila; em solos mais arenosos recomenda-se a frequência de fertirrigação semanal. Para o monitoramento da fertirrigação recomenda-se a análise química do solo, incluindo a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, a cada seis meses (Borges e Coelho, 2002).

No primeiro ciclo da bananeira Grande Naine, Borges et al. (2002) verificaram que, apesar de os frutos não se enquadrarem nos padrões tipo exportação (22 a 26 cm de comprimento e 32 a 36 mm de diâmetro), a aplicação de 300 kg de N e 550 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ proporcionou maior produtividade (81 t ha⁻¹), frutos mais pesados (251,8 g) e mais compridos (20,4 cm). Em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, com teor de K de 19,5 mg dm³, Sousa et al. (2003) não verificaram efeito do N e K para Prata Anã no primeiro ciclo, apesar da produtividade mais elevada (24,3 t ha⁻¹) na combinação de 570 kg de N e 770 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹.

2.7. Referências

- Alves, E.J.; Oliveira, M.A. de. (1997): Escolha da área. *In*: Banana para exportação: aspectos técnicos da produção. 2.ed. rev. atual. p.19-23. Alves, E.J. et al. Embrapa-SPI, Brasília. 106 p. (Embrapa.SPI. Série Publicações Técnicas Frupex, 18)
- Belalcázar Carvajal, S.L. (1991): El cultivo del *platano* (*Musa AAB Simmonds*) en el trópico. ICA; IDRC-Comité Departamental de Cafeteros del Quindío; INIBAP. Cali. 376 p.
- Borges, A.L.; Caldas, R.C. (2002): Teores padrões de nutrientes nas folhas de bananeira cv. Pacovan sob irrigação. *In*: FERTBIO (Rio de Janeiro) 2002, **Anais...** SBCS Rio de Janeiro. 1 CD ROM.
- Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Coelho, E.F. (2002): Fertirrigação com nitrogênio e potássio para bananeira cv. Grand Naine no Norte de Minas Gerais. *In*: 12. CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (Uberlândia) 2002, **Anais...** UFV/UFU. Uberlândia: 1CD ROM.
- Borges, A.L.; Coelho, E.F. (2002): Fertirrigação em bananeira. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas. 4p. (Embrapa-CNPMP. Comunicado Técnico, 74).
- Borges, A.L.; Rajj, B. van; Magalhães, A.F. de J.; Bernardi, A. C. de C. (2002): Nutrição e adubação da bananeira irrigada. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas 8 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura.. Circular Técnica, 48).
- Borges, A.L ; Silva, T.O. da. (2000): Absorção, exportação e restituição ao solo

- de nutrientes pela bananeira “Terra”. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 3p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 66).
- Borges, A.L.; Souza, L. da S.; Alves, E.J.(2000): Exigência edafoclimáticas. *In: Banana. Produção: aspectos técnicos.* p.17-23. Cordeiro, Z.J.M.. Embrapa –SPI ; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília. 143 p. (Frutas do Brasil, 1).
- Carvalho, J.E.B. de.(2000): Plantas daninhas. *In: Banana. Fitossanidade.* p.83-86. Cordeiro, Z.J.M.. Embrapa–SPI;Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília. 121p. (Frutas do Brasil, 8).
- Chambers, G. M.(1970): Programmed chemical weed control in bananas. **World crops** (London) **22**: pp.80-81.
- Charpentier, J. M.; Martin-Prével, P.(1965): Carences atténuées ou temporaires en éléments majeurs. Carences en oligoéléments chez le bananier (culture sur milieu artificiel). *Fruits* (Paris) **20**(10): 521-527.
- Coelho, E.F.; Sousa, V.F. de; Aguiar Netto, A. de O.: Oliveira, A.S de. (2000): Manejo de irrigação em fruteiras tropicais. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas. 48p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 40).
- Cordeiro, Z.J.M.(1984) Mal-do-Panamá ou murcha de *fusarium* da bananeira. *In: 1. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA* (Jaboticabal) p.307-321. Jaboticabal. **Anais...** Unesp/Funep. Jaboticabal. 458 p.
- Cordeiro, Z.J.M.; Borges, A.L. (2000): Problemas de causa abiótica e anormalidades de causa desconhecida. *In: Banana. Fitossanidade* Cordeiro. p.87-95. Z.J.M.. Embrapa-SPI. Brasília; Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas 121p.. (Frutas do Brasil, 8).
- Dechen, A.R.; Haag, H.P.and Carmello, Q.A. de C.(1991): Funções dos micronutrientes nas plantas. *In: Micronutrientes na agricultura.* p.65-78. Ferreira, M.E. and Cruz, M.C.P. da (Ed.). Potafos. Piracicaba. 734 p.
- Faria, N.G.(1997): Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira. 1997. M.Sc. Diss., Universidade. Federal da Bahia, Cruz das Almas,.1997. 66p
- IFA.(1992): World fertilizer use manual. International Fertilizer Industry Association. Paris. p.283-284.
- López M., A.(1994): Fertilización del cultivo de banano con diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. *In: 10. REUNIÓN DE LA ACORBAT* (Tabasco) p.65-79. 1991, Memórias... Corbana. San José. 709 p
- Martinez G., A.(1997): Mineral nutrient deficiency in plantain. Margraf Verlag. Weikersheim. 112 p.
- Oliveira, A.M.G.; Borges, A.L.; Santos, J.A. G.; Cantarella, H.(1998) Adubação com nitrogênio e enxofre da bananeira ‘Prata Anã’. *In: 13. REUNIÓN ACORBAT* (Quayaquil) p.140-151., **Memorias...** Conban/Acorbat. Quayaquil. 722 p.
- Oliveira, S.L. de; Coelho, E.F.; Borges, A.L.(2000): Irrigação e fertirrigação Banana.

- In: Produção: aspectos técnicos.* p.60-72. Cordeiro, Z.J.M. Embrapa–SPI. Brasília; Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas. 143 p. (Frutas do Brasil, 1).
- Raij, B. van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C., (Ed.) (1996): *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.* 2.ed. IAC Campinas. 285p. (Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 100).
- Robinson, J.C.(1996): *Bananas and plantains.* CAB International, Wallingford. p.8-33, 128-142. (CAB International. Crop Production Science in Horticulture, 5).
- Silva, J.T.A. da; Borges, A.L.; Dias, M.S.C.; Costa, E.L. da.; Prudêncio, J.M.(2002): *Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o Norte de Minas Gerais.* Epamig. Belo Horizonte. 16p. (Epamig. Boletim Técnico, 70).
- Sousa, V.F.; Mota, P.R.D.; Veloso, M.E. da C.; Vasconcelos, L. F.L.; Eloi, W.M.; Ribeiro, V.Q.(2003): *Produção da bananeira Prata Anã sob diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação.* *In: 13. CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM.*(Juazeiro). **Anais...** Abid. Juazeiro. 1 CD.ROM
- Souza, L. da S.;Borges, A.L.(2000): *Escolha, preparo e conservação do solo.* *In: Banana. Produção: aspectos técnicos.* p.24-29. Cordeiro, Z.J.M. Embrapa–SPI. Brasília; Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.143 p. (Frutas do Brasil, 1).

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

¹ Embrapa 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%.

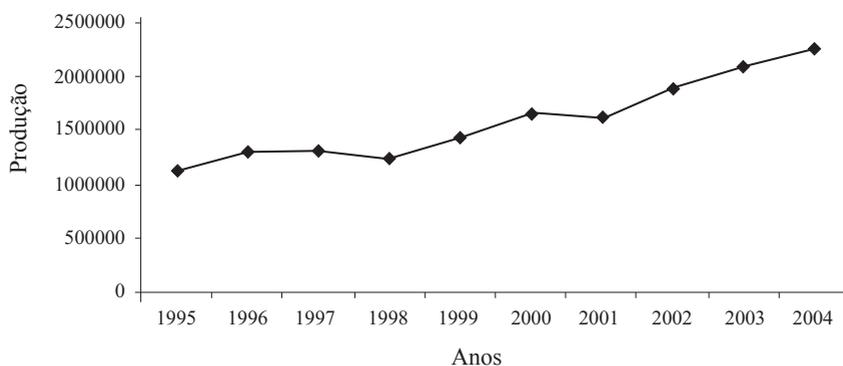


Fig. 3.1. Produção mundial de castanha de caju, 1995-2005 (FAO, 2006).

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 distribution 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.

4. Citros

Dirceu de Matos Jr.¹
José Antônio Quaggio²
Heitor Cantarella²

4.1. Introdução

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família Rutaceae, representado na maioria por laranjas, tangerinas, limões, limas (ácidas e doces), pomelos, cidras e toranjas. São originários, principalmente, das Regiões Subtropicais e Tropicais da China ao Japão, do Sudeste da Ásia, incluindo áreas do Leste da Índia, Bangladesh, Filipinas, Indonésia, Austrália e África (Webber, 1967).

Essas plantas perenes apresentam características mesofítica (gemas quase desnudas, folhas largas, pouco espessas, com estômatos superficiais, ausência de pêlos e cutícula fina) e perenifólia (têm folhas o ano todo, desenvolvendo fluxos de crescimento vegetativo na primavera e verão). São cultivadas em várias regiões do mundo, adaptando-se às diferentes condições edafoclimáticas, desde que o manejo da irrigação e nutrição sejam adequados. (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996).

O potencial de produção de frutos dos citros, em pomares comerciais, é determinado, principalmente, pelo valor genético das variedades de copas e porta-enxertos (Pompeu Jr., 1991). O uso da enxertia tornou-se fundamental para a quebra da juvenilidade das plantas, manutenção da resistência/tolerância dos citros a fatores bióticos (ex.: tristeza dos citros) e abióticos (ex.: eficiência de uso da água e de nutrientes), e aumento da produtividade e da qualidade da fruta. Contudo, a produção final está relacionada à densidade de plantio, ao crescimento vegetativo, à eficiência fotossintética, à intensidade de florescimento e fixação e massa dos frutos, e ao manejo de fatores interferentes no pomar (Davies e Albrigo, 1994).

Estudos sobre as necessidades nutricionais dos citros no Brasil foram desenvolvidos a partir da década de 40 (Brieger e Moreira, 1941; Vasconcellos, 1949; Rodriguez e Moreira, 1968; Rodriguez *et al.*, 1977).

¹Instituto Agronômico – Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros “Sylvio Moreira”, CEP 13490-970, Cordeirópolis-SP, Brasil.

E-mail: ddm@iac.sp.gov.br.

²Instituto Agronômico – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais. CEP 13001-970, Campinas- SP, Brasil.

E-mail: quaggio@iac.sp.gov.br; cantarella@iac.sp.gov.br.

Durante os anos 80, o Instituto Agrônômico (IAC) iniciou uma extensa rede de experimentos no campo para calibração dos resultados de análises para os citros. Em 1988, o Grupo Paulista para Adubação e Calagem para os Citros, formado por produtores, técnicos da assistência técnica e extensão e pesquisadores, organizou as primeiras recomendações para manejo nutricional dos citros às condições brasileiras, as quais têm sido periodicamente atualizadas com base em novos dados experimentais (Grupo Paulista, 1994).

4.2. Fisiologia da produção

Os citros, com suas características mesofítica e perenifolia, apresentam bom desenvolvimento às temperaturas de 22 a 33 °C. Acima de 40 °C e abaixo de 13 °C, a taxa de fotossíntese diminui, o que acarreta perdas de produtividade (Syvertsen e Lloyd, 1994). A produtividade é também afetada pela diferença de pressão de vapor entre a folha e a atmosfera; se elevada inibe a abertura dos estômatos, o que reduz a difusão do CO₂ atmosférico para os sítios de fixação de carbono nos cloroplastos, reduzindo a taxa de fotossíntese (Medina *et al.*, 1999).

Apresentam ciclo de desenvolvimento que pode variar de 6 a 16 meses entre o florescimento e a maturação dos frutos, dependendo da espécie ou variedade e das condições edafoclimáticas do local de cultivo (Reuther, 1977). Esse intervalo define as variedades consideradas como precoces (Hamlin e Westin), meia-estação (Pêra) e tardias (Valência, Natal e Folha Murcha).

Entre o florescimento e a maturação dos frutos identificam-se, de acordo com Erickson (1968), as seguintes fases:

- (i) *vegetação* – ocorre durante períodos caracterizados por temperaturas baixas ou déficit hídrico (fim do outono e início do inverno), quando os fluxos de crescimento cessam e ocorre acúmulo de carboidratos pelas plantas.
- (ii) *indução ou diferenciação floral* – com a intensificação do frio e do estresse hídrico, as gemas vegetativas se transformam em gemas reprodutivas.
- (iii) *florescimento* – mais tarde, entre o final do inverno e o início da primavera (quando aumentam a temperatura e a disponibilidade de água no solo) há a abertura das flores; nessa fase a ocorrência de temperaturas muito altas e veranicos prolongados podem causar sérios prejuízos à fixação de flores e frutos jovens.
- (iv) *frutificação* – a produção final de frutos é resultado da fixação de apenas 1 a 3% das flores produzidas pelos citros; logo, após o pegamento dos frutos ocorrem divisão celular e expansão celular, que são eventos que definem o potencial de crescimento dos frutos ao final da maturação.

4.3. Solos

Os citros mostram boa adaptabilidade às condições edáficas distintas, mantendo níveis elevados de produtividade, desde que se adote o manejo adequado do solo e o uso de variedades de alto valor genético. Nos solos menos férteis (pouco profundos, de textura muito argilosa ou arenosa, alcalinos, ácidos e salinos) o plantio dos citros deve ser planejado com base na avaliação da capacidade de uso da terra para manutenção da sustentabilidade da produtividade. Assim, a sistematização do terreno (construção de terraços, plantio em nível, construção de canais de drenagem, plantio em camalhões etc.), a implantação de sistemas de irrigação e o manejo da fertilidade do solo (calagem e adubação) compõem estratégias para otimização da citricultura.

4.4. Nutrição mineral

O crescimento dos citros e a produção de frutos é resultante da assimilação de CO₂ (que depende de luz, temperatura, água, nutrientes, área foliar etc.) e da partição do C, fixado para formação e manutenção dos seus vários órgãos. A ausência ou deficiência dos nutrientes minerais, absorvidos, principalmente pelas raízes resulta em injúria, desenvolvimento anormal ou morte da planta, embora esses representem apenas cerca de 5% da matéria seca da biomassa das plantas. Assim, o desenvolvimento adequado e, conseqüentemente, a alta produtividade dos citros depende da diagnose correta da disponibilidade dos nutrientes no solo e do fornecimento em quantidades suficientes e nos períodos de maior demanda.

4.4.1. Análise do solo

Os métodos empregados para a análise química de solo no Estado de São Paulo são aqueles referentes ao Sistema IAC de Análise de Solo (Raij et al., 2001). O principal diferencial do Sistema IAC é a extração do fósforo (P) com a resina trocadora de íons, que foi ajustada às características dos solos brasileiros para melhor avaliar a disponibilidade desse elemento nos pomares.

A amostragem de solo para os citros é feita em glebas ou talhões homogêneos (até 10 ha) quanto à cor e textura do solo, posição no relevo e manejo do pomar, idade das árvores, combinações de copa e porta-enxerto e produtividade. As amostras de solo devem ser coletadas na faixa de adubação, nas profundidades de 0-20 cm, com o intuito de recomendar a adubação e calagem, e >20 cm, com o objetivo de diagnosticar barreiras químicas ao desenvolvimento das raízes, ou seja, deficiências de cálcio (Ca) com ou sem excesso de Al. Recomenda-se a coleta de pelo menos 20 subamostras que irão compor a amostra representativa do talhão a ser encaminhada para o laboratório. A época mais apropriada para coleta é de fevereiro a abril, garantindo-se um intervalo mínimo de 60 dias após a última adubação. Para garantir maior eficiência e representatividade da amostragem, a coleta das subamostras deve ser feita com trados do tipo holandês, sonda ou similares.

Os padrões de fertilidade do solo com base na amostragem da camada de 0-20 cm foram obtidos com curvas de calibração das análises de macro (Tabela 4.1) e micronutrientes (Tabela 4.2), nos solos específicos para citros, (Quaggio *et al.*, 1992a, b, 1997, 1998, 2003).

Tabela 4.1. Padrões de fertilidade para a interpretação de resultados de análise de solo para citros.

Classes de teores	P-resina	K	Mg	Saturação por bases
	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----		%
Muito baixo	<6	<0,8	-	<26
Baixo	6-12	0,8-1,5	<4	26-50
Médio	13-30	1,6-3,0	4-8	51-70
Alto	>30	>3,0	>8	>70

Fonte: Quaggio *et al.*, 2003.

Tabela 4.2. Interpretação ⁽¹⁾ de resultados de análises de solo para enxofre e micronutrientes.

Classes de teores	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Mn	Zn
	----- mg dm ⁻³ -----				
Baixo	<10	<0,6	<2	<3,0	<2,0
Médio	10-20	0,6-1,0	2-5	3,0-6,0	2,0-5,0
Alto	>20	>1,0	>5	>6,0	>5,0

Dados adaptados de: Quaggio *et al.*, 2003 e observações de campo.

4.4.2. Análise foliar

Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio diminuem com a idade da folha, enquanto que os teores de Ca, por exemplo, aumentam nas folhas mais maduras (Smith, 1966). Embora diversos trabalhos reportem a influência dos porta-enxertos sobre as concentrações foliares de nutrientes para os citros (Hiroce e Figueiredo, 1981; Wutscher, 1989), não se dispõe de informações precisas para interpretar os resultados de análises, de forma diferenciada para combinações específicas de copas e porta-enxertos.

As folhas coletadas para análise devem apresentar a mesma idade e provenientes de plantas cultivadas em condições semelhantes. A amostragem é feita coletando-se a terceira ou a quarta folha a partir do fruto, geradas na primavera, com

aproximadamente seis meses, normalmente de fevereiro e março, em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro (Trani *et al.*, 1983). Recomenda-se amostrar pelo menos 25 árvores em áreas de no máximo 10 ha e coletar quatro folhas não danificadas por árvore, uma em cada quadrante e na altura mediana, no mínimo 30 dias após a última pulverização.

As faixas de interpretação dos resultados da análise de folhas foram, inicialmente estabelecidas com base em estudos realizados, principalmente nos Estados Unidos (Chapman, 1960; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1973a) e depois adaptadas para as condições brasileiras com base em experimentos de campo (Grupo Paulista, 1994; Quaggio *et al.*, 1997). A interpretação do resultado da análise foliar é feita, comparando-se os resultados do laboratório com os padrões apresentados na Tabela 4.3. O programa de adubação do pomar deve ser ajustado de modo que o teor foliar esteja na faixa adequada.

Tabela 4.3. Faixas para interpretação dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de citros geradas na primavera, com seis meses de idade, em ramos com frutos.

Nutriente	Baixo	Adequado	Excessivo
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----		
N ⁽¹⁾	<23	23-27	>30
P	<1,2	1,2-1,6	>2
K	<10	10-15	>20
Ca	<35	35-45	>50
Mg	<3,0	3,0-4,0	>5
S	<2,0	2,0-3,0	>5
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----		
B	<50	50-100	>150
Cu ⁽²⁾	<4.0	4.1-10.0	>15
Fe	<49	50-120	>200
Mn	<34	35-50	>100
Zn	<34	35-50	>100
Mo	<0.09	0.1-1.0	>2

⁽¹⁾ Para limões e lima ácida Tahiti, as faixas de interpretação do teor de N foliar (mg kg⁻¹) são: <18 (= baixo), 18-22 (= adequado) e > 22 (excessivo).

⁽²⁾ Para variedade de laranja Westin, os teores adequados de Cu sugeridos são 10-20 mg kg⁻¹.

Fonte: Quaggio *et al.*, 1997; Grupo Paulista, 1994.

4.4.3. Calagem

Para culturas perenes, como os citros, é importante fazer a correção da acidez antes da implantação do pomar, com a incorporação mais profunda possível do calcário. A necessidade de calcário é calculada para elevar a saturação por bases (V) a 70% na camada superficial do solo (0-20 cm de profundidade) (Quaggio *et al.* 1992a). Esse valor corresponde a pH 5,5, determinado em solução de CaCl_2 0,01 mol L⁻¹. Recomenda-se, também, o manejo da calagem para elevar e manter os níveis de magnésio (Mg) no solo em pelo menos 4 ou o ideal 8 mmol_c dm³ (Quaggio *et al.*, 1992b).

Na implantação do pomar, recomenda-se a aplicação de uma quantidade adicional de calcário (250 g m⁻¹ de sulco) no sulco, onde serão colocadas as mudas, juntamente com o P, para estimular o crescimento do sistema radicular.

4.4.4. Adubação

As recomendações da adubação N, P e K para os citros são distintas para: (i) plantio, (ii) formação – árvores jovens <5 anos e (iii) produção – árvores adultas. Nesse último caso distinguem-se as doses de fertilizantes para os grupos de variedades de laranjas, lima ácida e limões, e tangerinas e tangor (Grupo Paulista 1994; Quaggio *et al.*, 1997). Para as laranjas, as recomendações de adubação consideram a qualidade e o destino da fruta (indústria ou mercado *in natura*).

No plantio do pomar, recomenda-se a aplicação de P nos sulcos, em doses que variam de 20 a 80 g P₂O₅ m⁻¹ linear, juntamente com o calcário (Tabela 4.4). Essa é a ocasião oportuna para a incorporação mais profunda de P, especialmente nos solos tropicais deficientes desse elemento. Micronutrientes, também, podem ser aplicados em função dos resultados da análise de solo, garantindo-se boa distribuição, evitando prejuízos causados pela concentração do fertilizante na região de crescimento inicial das raízes.

Após o plantio, as doses de N, P₂O₅ e K₂O recomendadas levam em conta a idade do pomar e os resultados da análise de solo de P e K, para atender às necessidades de crescimento da copa e o início de produção de frutos (Tabela 4.5).

Nessa fase de formação dos frutos, a resposta da laranja doce à adubação com P é maior para copas enxertadas em tangerina Cleópatra [*Citrus reshni* (Hayata) hort. ex Tanaka] em comparação ao limão-cravo (*C. limonia* Osb.) e ao citrumelo Swingle [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. × *C. × paradisi* Macf.] (Mattos Jr., 2000). A calibração do teor de P no solo parece distinta daquela na fase de produção de frutos. O nível crítico para as árvores jovens é superior aos 20 mg dm⁻³ reportado para árvores adultas. Isso se deve, ao fato de que nos primeiros anos após o plantio dos citros, o sistema radicular das árvores é limitado a um volume menor de solo e ao fato de que a absorção de P ocorre, principalmente, por difusão

desse elemento. O mesmo trabalho indica que nessa fase de condução dos citros no campo, a resposta de copas em citrumelo Swingle à adubação com K é maior em comparação a outros porta-enxertos. Assim, ajustes nas doses recomendadas podem ser feitos levando em conta o porta-enxerto escolhido.

Tabela 4.4. Doses de fósforo e zinco recomendadas no plantio de citros, de acordo com a análise do solo⁽¹⁾.

Nutriente	Nível no solo (mg dm ⁻³) ⁽²⁾	Quantidade g m ⁻¹ linear de sulco
	<u>P-resina</u>	
P	0-5	80
	6-12	60
	13-30	40
	>30	20
	<u>DTPA</u>	
Zn	<1	1
	>1	0

⁽¹⁾Aplicar os fertilizantes em sulcos profundos, de acordo com a análise do solo.

⁽²⁾Utilizar, preferencialmente, superfosfato simples.

Fonte: Quaggio *et al.*, 1997; Grupo Paulista, 1994.

Tabela 4.5. Recomendação de adubação N, P e K para citros em formação, por idade e em função da análise do solo.

Idade	N	P-resina (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol _c dm ⁻³)			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	g planta ⁻¹	----- P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹) -----				----- K ₂ O (g planta ⁻¹) -----			
0-1	100	0	0	0	0	40	20	0	0
1-2	220	160	100	50	0	120	90	50	0
2-3	300	200	140	70	0	200	150	100	60
3-4	400	300	210	100	0	400	300	200	100
4-5	500	400	280	140	0	500	400	300	150

Nota: Para tangerina Cleópatra aumentar a dose de P₂O₅ em 20%; para citrumelo Swingle aumentar a dose de K₂O em 10%.

Fonte: Quaggio *et al.*, 1997; Grupo Paulista, 1994.

A produção de frutos dos citros é largamente influenciada pelo suprimento de nitrogênio (N) (Alva e Paramasivam, 1998) pelo fato desse nutriente regular taxa fotossintética e síntese de carboidratos (Kato, 1996), peso específico das folhas (Syvertsen e Smith, 1984), produção de biomassa total e alocação de carbono em diferentes órgãos na planta (Lea-Cox *et al.*, 2001).

A análise do solo não fornece parâmetros para a adubação nitrogenada dos citros, pois ainda não se dispõe de métodos adequados para avaliação da disponibilidade de N no solo, além das dificuldades para a conservação de amostras para análise de rotina (Mattos Jr. *et al.*, 1995a). No entanto, o teor de N foliar tem se mostrado um bom indicador para ajustar as doses de N, definidas conforme a produção pendente de frutos (Figura 4.1). A resposta N para a produção de laranjas (Quaggio *et al.*, 1998), tangerinas e tangor Murcott (Mattos Jr. *et al.*, 2004) é praticamente inexistente para teor foliar acima de 28 g N kg⁻¹. No caso de limões e lima ácida, o teor adequado de N nas folhas é menor e situa-se ao redor de 22 g N kg⁻¹ (Quaggio *et al.*, 2002; Mattos Jr. *et al.*, 2003a).

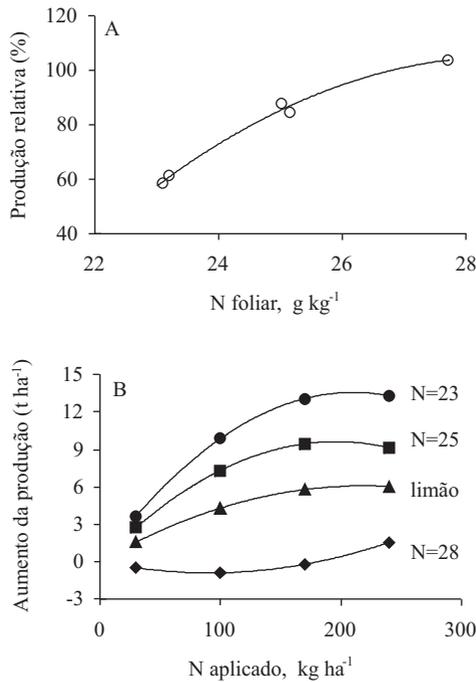


Fig. 4.1. Superfície de resposta da produção de frutos em função dos teores foliares de N dos citros (a) e resposta esperada à adubação nitrogenada de acordo com a concentração de N foliar para os citros (b).

Os citros armazenam uma grande quantidade de N na biomassa, que pode ser redistribuído, principalmente para órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos (Mattos Jr. *et al.*, 2003b). Por esse motivo, a redução da adubação nitrogenada pode não afetar a produção de frutos de imediato; contudo, quando as doses de N forem inferiores às recomendadas, as árvores podem sofrer uma gradativa redução da densidade e crescimento da copa, que conseqüentemente acarretará em perdas na produção de frutos em anos posteriores.

O ajuste da adubação nitrogenada com base na análise de folhas é importante, pois a falta ou excesso de N interferem no tamanho e qualidade dos frutos (Embleton *et al.*, 1973b). Por exemplo, altas doses de N tendem a aumentar o número de frutos na planta em detrimento do tamanho dos mesmos, o que pode ser uma desvantagem para a comercialização de frutos *in natura*. A adubação com K, também, afeta o tamanho do fruto, contudo o excesso pode determinar perdas de produção dos citros, em virtude do desbalanço nutricional, marcado pelo decréscimo acentuado dos teores foliares de Ca e Mg (Mattos Jr. *et al.*, 2004). Altas doses de K provocam um aumento do tamanho do fruto e da espessura da casca, que são qualidades desejadas para os frutos de mercado *in natura*; no entanto, plantas com alto suprimento de K tendem a produzir frutos com maior acidez e menor teor de sólidos solúveis, o que os deprecia para a indústria de suco. O teor alto de K, disponível no solo, é frequente em pomares cuja adubação é realizada com formulações tradicionais na citricultura, desconsiderando-se os resultados da análise de solo (Quaggio, 1996).

O manejo adequado dos adubos nitrogenados é importante para garantir a eficiência de uso do N. Com as práticas recomendadas para o controle do mato no pomar por meio de herbicidas ou roçadeira, evitando o uso de grades, os fertilizantes são aplicados na superfície do solo, às vezes sobre resíduos de plantas. Nessas condições, a uréia, a fonte de N mais comum no mercado, está sujeita a perdas por volatilização de amônia (NH_3) se não houver incorporação (mecânica ou com água de irrigação/precipitação) do fertilizante ao solo. Avaliações em pomares comerciais têm mostrado que as perdas por volatilização de NH_3 podem variar de 15 a 45% do N aplicado à superfície do solo como uréia (Cantarella *et al.*, 2003; Mattos Jr. *et al.*, 2003c). O preço do N na forma de uréia, cerca de 20 a 30% menor, comparado ao do nitrato de amônio, pode compensar as perdas prováveis de volatilização de NH_3 no campo. Também, como a taxa de perda aumenta com a dose aplicada de uréia, o uso de doses menores parceladas várias vezes ao ano, pode ser uma alternativa para aumentar a eficiência de uso do fertilizante pelos citros.

Trabalhos realizados no Brasil permitiram, pela primeira vez, fazer a calibração da análise de solo para P e K em citros, baseados na extração com resina trocadora de íons (Figuras 4.2 e 4.3) (Quaggio *et al.*, 1996a, 1998). Os limites das faixas de interpretação de teores (muito baixo, baixo, médio etc.) para o K são semelhantes aos usados para as culturas anuais, mas para o P, o nível crítico para culturas perenes

é mais baixo (20 mg dm⁻³). Dados experimentais têm mostrado que a análise do solo é importante para prever a resposta das plantas cítricas à adubação com P e K. Existe uma correlação bastante estreita entre os níveis de P no solo e a produção relativa de frutos de árvores adultas. A resposta da produção de frutos à adubação com K é, também, bastante significativa. O incremento da produção é maior para valores muito baixos e baixos de K no solo definidos de acordo com os padrões de fertilidade do solo.

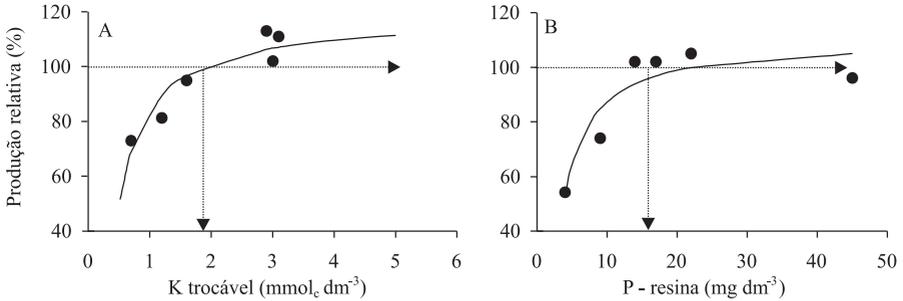


Fig. 4.2. Curva de calibração para produção relativa dos citros em função dos teores de potássio trocável (a) e P-resina (b) no solo.

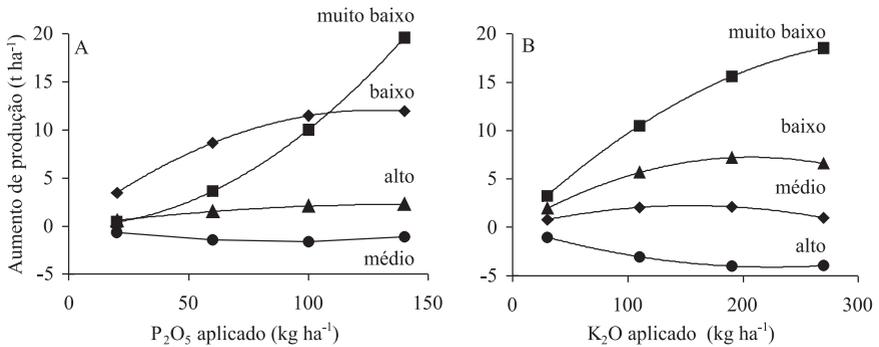


Fig. 4.3. Aumento da produção de frutos de acordo com classes de (a) P-resina ou (b) K trocável determinados no solo, em função das doses anuais de fertilizantes aplicadas na cultura dos citros.

Para os pomares em produção, considera-se também, a produtividade esperada como critério de ajuste das doses de fertilizantes aplicadas, uma vez que plantas mais produtivas extraem quantidades maiores de nutrientes para produção de frutos e crescimento de folhas, ramos e raízes. Em média, os frutos cítricos colhidos

exportam, kg t⁻¹: N e K (1,2 a 1,9), cujas quantidades são bastante superiores a P (0,18), Ca (0,52), Mg (0,10), S (0,10), B (1,9 x 10⁻³), Cu (0,6 x 10⁻³), Fe (3,4 x 10⁻³), Mn (1,9 x 10⁻³) e Zn (1,7 x 10⁻³) (Bataglia *et al.*, 1977; Paramasivam *et al.*, 2000; Mattos Jr. *et al.*, 2003d). Considerando o conteúdo de nutrientes na planta toda, o Ca aparece em grandes quantidades nos tecidos maduros e lenhosos como folhas velhas, ramos e raízes, enquanto que o N aparece nas folhas novas e radículas. As quantidades de macro e micronutrientes, na várias partes das plantas são mostradas na Tabela 4.6.

A adubação com P em citros vinha sendo negligenciada no Brasil em função de dados obtidos em outros países, que sugeriam que essa cultura era pouco responsiva a esse elemento. Essa informação não levava em conta que em muitas regiões produtoras de clima temperado, os citros são cultivados em solos desenvolvidos a partir de sedimentos ricos em P (Jackson *et al.*, 1995) e que os solos do Brasil são, em geral, deficientes desse nutriente (Quaggio, 1996).

Para as aplicações de adubo na superfície, devem-se utilizar fontes de P solúveis em água. Além disso, em decorrência da baixa mobilidade do P nos solos, é recomendável fazer a incorporação do adubo, juntamente com o calcário, uma vez por ano, especialmente nos solos, nos quais a deficiência de P pode ser limitante.

Tabela 4.6. Conteúdos de nutrientes de pomar de laranjeiras Hamlin sobre citrumelo Swingle, com 6 anos de idade, plantado em Neossolo, na densidade de 286 plantas ha⁻¹.

Nutriente	Partes da planta					Total
	Folhas	Ramos	Tronco	Frutos	Raízes	
Macronutriente	----- kg ha ⁻¹ -----					
N	17,2	11,8	2,0	18,0	17,5	66,5
K	8,7	6,9	1,4	23,2	11,8	52,0
P	1,4	2,1	0,3	2,8	1,7	8,3
Ca	27,9	25,9	2,4	8,7	13,5	78,4
Mg	1,8	2,1	0,2	1,7	2,9	8,7
S	1,8	1,2	0,2	1,3	2,3	6,8
Micronutriente	----- g ha ⁻¹ -----					
B	49	30	5	41	40	165
Cu	11	12	3	11	91	128
Fe	65	66	32	61	456	680
Mn	13	5	1	7	184	210
Zn	13	25	13	13	333	397

Fonte: Mattos Jr. *et al.*, 2003d.

Com base nesse conjunto de informações, foram estabelecidas recomendações da adubação com N, P e K para os pomares em produção, com doses calculadas para a máxima produção econômica, para os grupos de variedades de laranjas, considerando a qualidade e o destino da fruta (indústria - Tabela 4.7, ou mercado in natura - Tabela 4.8). A adubação é feita no período das águas, pois a demanda por nutrientes pelos cítricos é maior no início da primavera, quando ocorre o fluxo mais intenso de vegetação, e se estende até o início do outono, quando deve haver boa reserva e equilíbrio na biomassa das plantas para garantir os processos normais de floração e pegamento dos frutos (Bustan e Goldschmidt, 1998). O parcelamento das doses de N e K em 3 ou 4 aplicações durante o ano, aumenta a eficiência da adubação, por evitar perdas de nutrientes no solo com a água de drenagem, o que ocorre, principalmente em solos arenosos, e por adequar a demanda de nutrientes em diferentes períodos de desenvolvimento dos citros (do florescimento à maturação dos frutos). É comum a aplicação de 30 a 40% do N e K na época do florescimento e o restante até o final do verão e início do outono. Quando os teores foliares de N e K das plantas forem superiores aos níveis considerados excessivos, recomenda-se reduzir a dose ou suprimir o último parcelamento do fertilizante aplicado no ano. O P pode ser aplicado em dose única no início da estação chuvosa.

Boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn) são os micronutrientes mais importantes para a produção dos citros, cujos sintomas visuais de deficiência, também são mais frequentes (Quaggio e Pizza Jr., 2001). Os sintomas visuais de Zn podem ser vistos na Figura 4.4. Em países onde se cultiva citros em solos desenvolvidos sob substrato calcário, tais como Espanha, Itália e Marrocos, a deficiência de ferro (Fe) torna-se limitante à produção. Os sintomas de deficiência de P, K e Mg podem ser observados nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3

A deficiência de Zn é generalizada nos pomares brasileiros, principalmente na variedade Pêra, mais sensível ao vírus da tristeza, o qual prejudica o transporte do Zn na planta (Moreira, 1960). Plantas cítricas com carência de Zn brotam pouco e ficam com enfolhamento velho e pouco vigoroso, com redução do crescimento da copa e da produção. Os porta-enxertos como tangerina Cleópatra e Sunki são mais exigentes em Zn e, portanto, necessitam de aplicações complementares desse nutriente em relação ao limão-cravo. A deficiência de Mn também é comum em pomares cítricos, porém somente quando ela é severa, reduz a produtividade das plantas. Os sintomas são mais frequentes para a cultivar Pêra, principalmente em solos com calagem recente ou quando ocorre veranico durante o verão.

A deficiência de B vem se tornando mais frequente na citricultura, em função da disponibilidade do nutriente no solo e do efeito das condições climáticas, como períodos prolongados de seca ou excesso de chuvas que reduzem a absorção pelas plantas. Em regiões mais frias, a transpiração das plantas é menor o que reduz diretamente a absorção de B (Brown e Shelp, 1997). O sintoma de deficiência de

Tabela 4.7. Recomendação de adubação para laranja (indústria), em função das análises de solo e folhas, e classes de produção, em kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O. As doses foram calculadas para a máxima produção econômica.

Rendimento mt/ha	N nas folhas (g kg ⁻¹)		P-resina (mg dm ⁻³)		K-trocável (cmol _c dm ⁻³)						
	<23	23-27	>27	<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
	----- N (kg ha ⁻¹) -----		----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----		----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----						
<15	100	70	60	60	40	20	0	60	40	20	0
16-20	120	80	70	80	60	40	0	80	60	40	0
21-30	140	120	90	100	80	60	0	120	100	60	0
31-40	200	160	130	120	100	80	0	140	120	80	0
41-50	220	200	160	140	120	100	0	180	140	100	0
>50	240	220	180	160	140	120	0	200	160	120	0

Adaptada de: Quaggio *et al.*, 1997; Grupo Paulista, 1994.

Tabela 4.8. Recomendação de adubação para laranja (*in natura*), em função das análises de solo e folhas, e classes de produção, em kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O. As doses foram calculadas para a máxima produção econômica.

Rendimento mt/ha	N nas folhas (g kg ⁻¹)		P-resina (mg dm ⁻³)		K-trocável (cmol _c dm ⁻³)						
	<23	23-27	>27	<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
	----- N (kg ha ⁻¹) -----		----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----		----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----						
<15	80	60	40	60	40	20	0	100	80	60	0
16-20	100	80	60	80	60	40	0	140	120	100	60
21-30	120	100	80	120	100	60	0	160	140	120	80
31-40	160	140	100	140	120	80	0	200	180	160	100
>40	180	160	120	160	140	120	0	220	220	180	120

Adapted from: Quaggio *et al.*, 1997; Grupo Paulista, 1994.

B mais encontrado na literatura é a presença de bolsas de goma no albedo e na columela dos frutos, os quais são duros e caem prematuramente, e às vezes, têm sementes mal formadas (Chapman, 1968). Porém, esses sintomas ocorrem em condições severas de deficiência, provocando grandes perdas de produtividade, como reportado para tangerina Ponkan (Quaggio *et al.*, 1996b). Sintomas menos severos têm sido mais freqüentes e, pelo desconhecimento, têm causado grande prejuízo à citricultura brasileira. Eles caracterizam-se por plantas pouco desenvolvidas, que brotam pouco, com folhas miúdas em ramos curtos e oriundos da brotação excessiva de gemas axilares, dando um aspecto de tufo, em virtude da perda de dominância apical. A copa tende a apresentar um aspecto enfezado, sem lançamento expressivo de novos ramos. Tais sintomas são decorrentes do mau funcionamento do sistema radicular e vascular da planta, notadamente do floema e, geralmente, não são corrigidos com aplicação foliar de boro. Por outro lado, a aplicação do nutriente no solo reativa o sistema de condução de seiva para as raízes, que crescem rapidamente e provocam brotações exuberantes na parte aérea, com ramos longos, folhas maiores que as anteriores e com dominância apical. O B é nutriente conhecido por ter faixa estreita entre a deficiência e a toxicidade. Nos citros, a toxidez é mais freqüentemente observada em árvores jovens por causa da aplicação localizada ao redor das plantas. O sintoma visual manifesta-se a partir de clorose das margens, com pontos necróticos e evolui para o centro do limbo foliar, com posterior necrose das regiões cloróticas, causando a queda prematura das folhas sintomáticas.

A adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para se aplicar micronutrientes metálicos na citricultura, não somente pela quantidade necessária ser pequena, mas também para se evitar adsorção exagerada de elementos metálicos aos colóides do solo, o que reduz a disponibilidade dos micronutrientes metálicos para as plantas (Camargo, 1991). Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são imóveis no floema, como são os casos do Mn, Zn e B (Labanauskas *et al.*, 1964; Embleton *et al.*, 1965; Boaretto *et al.*, 2002, 2004). Isso mostra que devem ser feitas aplicações foliares nos principais fluxos de vegetação (primavera e verão), quando as folhas são ainda jovens e têm cutícula pouco desenvolvida, o que facilita a absorção dos nutrientes.

As fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos são sais formados com íons cloreto, sulfato e nitrato, que têm praticamente a mesma eficiência, em doses equivalentes de nutrientes. Em aplicações foliares, a fonte de B mais recomendada é o ácido bórico, que em virtude da reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas. A recomendação geral de adubação foliar para os citros, consiste em preparar caldas desses sais com ácido bórico e uréia a 5 g L^{-1} , como coadjuvante, nas concentrações (em mg L^{-1}): Zn (500 a 1000), Mn (300 a 700), B (200 a 300) e Cu (600 a 1000).

Menores concentrações são recomendadas para a manutenção, enquanto as maiores devem ser empregadas quando sintomas visíveis de deficiência são observados. As caldas mais concentradas devem ser aplicadas durante as horas mais frescas do dia para se evitar queimaduras das folhas e frutos. A recomendação de cobre é mais importante para pomares em formação, pois aqueles em produção são sempre pulverizados com fungicidas à base de cobre, durante o florescimento, o que é suficiente para nutrir a planta com esse micronutriente.

A aplicação de B na citricultura deve ser feita, preferencialmente via solo. Contudo, a adição do nutriente em misturas N-P-K, geralmente traz problemas de segregação, por causa da dificuldade de se obter fonte de boro granulada eficiente; por outro lado, a adição de B em fertilizantes complexos, com os nutrientes no mesmo grão, é vantajosa do ponto de vista agrônômico, porém tem custo muito elevado. Uma opção é a aplicação de ácido bórico dissolvido na calda de herbicidas de contato, como o glifosato, que se constitui na forma mais prática e eficiente para se aplicar o boro. Geralmente a aplicação desses herbicidas é feita duas a três ao ano com o volume de calda de 200 L ha⁻¹ de área tratada, com o qual é possível dissolver a dose de 1 kg ha⁻¹ de B, que corresponde a 6 kg ha⁻¹ de ácido bórico.

Quaggio *et al.* (2003) demonstraram a correlação positiva para a aplicação de ácido bórico no solo e a produção de frutos da laranja (Figura 4.4). Neste trabalho, a produtividade máxima de frutos ocorreu com a dose de 4 kg ha⁻¹ de B aplicada no solo na faixa de adubação do pomar, correspondendo ao teor B no solo de 1,0 mg dm⁻³, nas camadas de 0-20 cm. Esse valor é superior aquele usado na interpretação de análises de solo para culturas anuais (Raij *et al.*, 1997). Na dose para máxima produção, o teor foliar de B variou entre 280 a 320 mg kg⁻¹, que é suficiente para provocar toxicidade em mudas cítricas (Mattos Jr. *et al.*, 1995b).

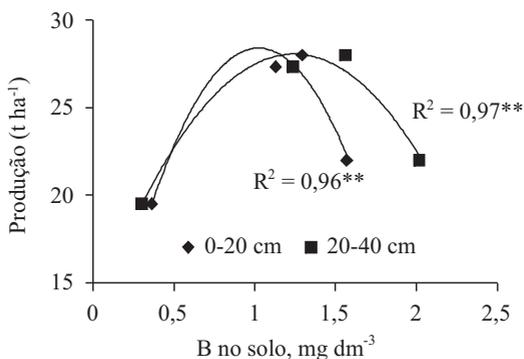


Fig. 4.4. Produção de laranja pêra em função dos teores de boro no solo extraído com água quente.

4.5. Referências

- Alva, A.K., and S. Paramasivam. 1998. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. *Soil Science Society America Journal* 62:335-1342.
- Bataglia, O.C., O. Rodriguez, R. Hiroce, J.R. Gallo, P.R. Furlani, and A.M.C. Furlani. 1977. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. *Bragantia* 36:215-221.
- Boaretto, A.E., R.M. Boaretto, T. Muraoka, V.F. Nascimento Filho, C.S. Tiritan, and F.A.A. Mourão Filho. 2002. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf concentrations and ⁶⁵Zn mobilization within the plant. *Acta Hort* 594:203-209.
- Boaretto, A.E., R.M. Boaretto, T.L.M. Contin, and T. Muraoka. 2004. É móvel ou imóvel o boro em laranjeiras? *Laranja* 25:195-208.
- Brieger, F.G., and S. Moreira. 1941. Uniformidade da produção numa experiência de adubação de laranja baía. *Bragantia* 1:619-667.
- Brown, P., and B.J. Shelp. 1997. Boron mobility in plants. *Plant Soil* 193:85-101.
- Bustan, A., and E.E. Goldschmidt. 1998. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. *Plant Cell and Environment* 21:217-224.
- Camargo, O.A. 1991. Reações e interações de micronutrientes no solo. p. 233-272. *In*: M.E. Ferreira, and M.C.P. Cruz (ed.) *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: Potafos/CNPq.
- Cantarella, H., D. Mattos Jr., J.A. Quaggio, and A.T. Rigolin. 2003. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. *Nutr. Cycling Agroecosystems* 67:1-9.
- Chapman, H.D. 1960. Leaf and soil analysis in citrus orchards – criteria for the diagnosis of nutrient status and guidance of fertilization and soil management. Riverside: Univ. of California. 53p. (Manual 25) 98.
- Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. p. 127-289. *In*: W. Reuther, L.D., Batchelor, and H.J. Webber (ed.) *The citrus industry*. 2, Riverside: Univ. of California.
- Davies, F.S., and G.L. Albrigo. 1994. *Citrus*. Wallingford: CAB International. 254p.
- Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas, and W. Reuther. 1973a. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. p. 183-210. *In*: *The citrus industry*. Riverside: Univ. of California.
- Embleton, T.W., H.J. Reitz, and W.W. Jones. 1973b. Citrus fertilization. p. 122-182. *In*: *The citrus industry*. Riverside: Univ. of California.
- Embleton, T.W., E.F. Wallihan, and G.E. Goodall. 1965. Effectiveness of soil vs. foliar applied zinc and of foliar applied manganese on California lemons. *Proceeding America Society Horticulture Science* 86:253-259.
- Erickson, L.C. 1968. The general physiology of citrus. *In*: W. Reuther, L.D., Batchelor, and H.J. Webber (ed.) *The citrus industry*. Riverside: University of

- California 2:86-126.
- FAO. 2006. FAOSTAT. <http://www.fao.org/>.
- Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros. 1994. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3rd ed. Laranja, 27p.
- Hiroce, R., and J.O. Figueiredo. 1981. Influência de dez porta enxertos nos teores de nutrientes das folhas e na produção de frutas de laranjeira-barão [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. p. 666-673. *In*: Congresso brasileiro de fruticultura, 6. Recife, 1981. Anais..., Recife: SBF.
- Jackson, L.K., A.K. Alva, D.P.H. Tucker, and D.V. Calvert. 1995. Factors to consider in developing a nutrition program. p. 3-12. *In*: D.P.H. Tucker, A.K. Alva, L.K. Jackson, and T.A. Wheaton (ed.) Nutrition of Florida Citrus Trees. Gainesville: University of Florida. Kato, T. 1986. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. *Horticulture Reviews* 8:181-216.
- Lea-Cox, J.D., J.P. Syvertsen, and D.A. Graetz. 2001. Springtime 15N Nitrogen uptake, partitioning and leaching losses from young bearing Citrus trees of differing nitrogen status. *Journal America Society Horticulture Science* 126:42-251.
- Labanauskas, C.K., W.W. Jones, and T.W. Embleton. 1964. Effects of foliar applications of manganese, zinc and urea on yield and fruit quality of Valencia oranges and nutrient concentrations in the leaves, peel and juice. *Proceeding America Society Horticulture Science* 82:143-153.
- Mattos Jr., D. 2000. Citrus response functions to N, P and K fertilization and N uptake dynamics. Tese (Ph.D. Agricultural and Life Sciences, Soil and Water Science Dept.) – Gainesville: University of Florida.
- Mattos Jr., D., H. Cantarella, and B. van Raij. 1995a. Manuseio e conservação de amostras de solo para preservação do N inorgânico. *Revista Brasileira Ciência Solo* 19:423-431.
- Mattos Jr., D., J.A. Quaggio, S.A. Carvalho, and M.F. Abreu. 1995b. Substratos para produção de mudas cítricas em recipientes: Caracterização da toxicidade de boro. *Laranja* 16:255-262.
- Mattos Jr., D., J.A. Quaggio, and H. Cantarella. 2003. Manejo da Fertilidade do solo. p. 67-80. *In*: D. Mattos Jr., D. de Negri, and J.O. Figueiredo. Lima ácida Thaiti. Campinas: Instituto Agrônômico.
- Mattos Jr., D., D.A. Graetz, and A.K. Alva. 2003b. Biomass distribution and 15N-nitrogen partitioning in citrus trees on a sandy Entisol. *Soil Science Society America Journal* 67:555-563.
- Mattos Jr., D., Alva, A.K., S. Paramasivam, and D.A. Graetz. 2003c. Nitrogen mineralization and volatilization in sandy Entisol under citrus trees. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 54:1803-1824.
- Mattos Jr., D., J.A. Quaggio, H. Cantarella, and A.K. Alva. 2003. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. *Scientia Agrícola* 60:155-160.

- Mattos Jr., D., J.A. Quaggio, H. Cantarella, S.A. Carvalho. 2004. Modelos de resposta do tangor Murcott à fertilização com N, P e K. *Revista Brasileira Fruticultura* 26:164-167.
- Medina, C.L., E.C. Machado, and M.M.A. Gomes. 1999. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeiras ‘Valência’ sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal* 11:29-34.
- Moreira, S. 1960. Um novo problema para nossa citricultura. *Revista de Agricultura* 35:77-82.
- Paramasivam, S., A.K. Alva, K. Hostler, G.W. Easterwood, and J.S. Southwell. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. *Journal Plant Nutrient* 32:313-327.
- Pompeu Jr., J. 1991. Porta-enxertos. 265-280. *In*: O. Rodriguez, F. Viégas, J. Pompeu Jr., and A.A. Amaro. *Citricultura brasileira*. Campinas: Fundação Cargill.
- Quaggio, J.A., J. Teófilo Sobrinho, and A.R. Dechen. 1992a. Response to liming of ‘Valencia’ orange tree on Rangpur lime: Effects of soil acidity on plant growth and yield. *Proceeding Introduction Society Citriculture* 2:628-632.
- Quaggio, J.A., J. Teófilo Sobrinho, and A.R. Dechen. 1992b. Magnesium influences on fruit yield and quality of ‘Valencia sweet orange on Rangpur lime. *Proceeding Introduction Society Citriculture* 2:633-637.
- Quaggio, J.A. 1996. Análise de solo para citros: Métodos e critérios para interpretação. p. 95-114. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS –NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO, 4. Donadio, L.C., Baumgartner, J.G. (coord.). Bebedouro, Campinas Fundação Cargill.
- Quaggio, J.A., V. Rossetti, and C.M. Chagas. 1996. Anormalidades de tangerinas Poncân no Estado de Minas Gerais, provocadas por deficiência de boro. *Bragantia*, 55:157-162.
- Quaggio, J.A., H. Cantarella, and D. Mattos Jr. 1996a. Soil testing and leaf analysis in Brazil - recent developments. *Proceeding Introduction Society Citriculture* 2:1269-1275.
- Quaggio, J.A., B. van Raij, and C. Toledo Piza Jr. 1997. Frutíferas. p. 121-153. *In*: B. van Raij, H. Cantarella, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani (ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2nd ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC.
- Quaggio, J.A., H. Cantarella, B. van Raij. 1998. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a basis for citrus fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 52:67-74.
- Quaggio, J.A., and C.T. Pizza Jr. 2001. Fruteiras tropicais. *In*: M.E. Ferreira, M.C.P. Cruz, B. van Raij, and C.A. Abreu (ed.) *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos. p. 459-492.
- Quaggio, J.A., D. Mattos Jr., H. Cantarella, E.L.E. Almeida, and S.A.B. Cardoso. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. *Science Horticulture* 96:151-162.

- Quaggio, J.A., D. Mattos Jr., H. Cantarella, and A. Tank Jr. 2003. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Péra. *Pesquisa Agropecuária brasileira* 38:627-634.
- Raij, B. van, J.C. Andrade, H. Cantarella, and J.A. Quaggio (ed.). 2001. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônômico.
- Raij, B. van, H. Cantarella, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani. 1997. *Recomendações de adubação e calagem no Estado de São Paulo*. 2nd ed. Campinas: Instituto Agrônômico.
- Reuther, W. Citru. 1977. *In*: P.T. Alvin, and T.T. Kolzowski (ed.) *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press 409-440.
- Rodriguez, O., and S. Moreira. 1968. Citrus nutrition – 20 years of experimental results in the State of São Paulo, Brazil. *Proceeding Introduction Society Citriculture* 1:1579-1586.
- Rodriquez, O., S. Moreira, J.R. Gallo, and J. Teófilo Sobrinho. 1977. Nutritional status of citrus trees in São Paulo, Brazil. *Proceeding Introduction Society Citriculture* 1:9-12.
- Smith, P.F. 1966. Leaf analysis of citrus. p. 208-228. *In*: N.F. Childers (ed.) *Nutrition of fruit crops*. New Jersey: Somerset Press.
- Spiegel-Roy, P., and E.E. Goldschmidt. 1996. *Biology of citrus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Syvertsen, J.P., and J. Lloyd. 1994. CO₂ assimilation of *Citrus* leaves: From mesophyll conductance to gross primary productivity of trees in different climates. *Acta Horticulture* 416:147-154.

5. Coqueiro-Anão Verde

Lafayette Franco Sobral¹

José de Arimateia Duarte de Freitas²

José Simplicio de Holanda³

Humberto Rollemberg Fontes¹

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca¹

Ronaldo Souza Resende¹

5.1. Introdução

A produção mundial de coco, em 2003, atingiu 52,9 milhões de toneladas métricas, sendo 84% produzida na Ásia, pela Indonésia, Filipinas e Índia. Esses países, são os principais produtores mundiais, como também, responsáveis por 30%, 26% e 18% da produção de frutos, respectivamente. A produção brasileira no mesmo ano, foi de 2,8 milhões de toneladas métricas o que corresponde à 5,3% da produção mundial. O crescimento médio anual da produção mundial, entre 1961 e 2003, foi de 2,0% e projeta-se para 2010 uma produção mundial cerca de 60 milhões de toneladas métricas. Nos países asiáticos, grande parte da produção de coco é destinada à produção de copra, que é utilizada para a produção de óleo. Entretanto, no Brasil, a produção de coco é utilizada, principalmente para a produção de alimentos industrializados contendo a farinha e o leite de coco (Cuenca, 1998). As produções citadas anteriormente, referem-se ao coqueiro das variedades gigante e híbridos. Entretanto, nos últimos anos, o plantio de coqueiro-anão para a produção de água de coco tem se expandido significativamente no Brasil, inclusive em projetos de irrigação, nos quais o nível tecnológico é bem superior aos observados em plantios sem irrigação, com as variedades gigante e híbridos. O objetivo deste capítulo, é sistematizar as informações sobre a nutrição e a adubação do coqueiro-anão, facilitando a utilização dessas informações pelos agentes envolvidos na cadeia produtiva do coqueiro-anão.

¹ Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3.250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE. E-mail: lafayette@cpac.embrapa.br; humberto@cpac.embrapa.br; cuenca@cpac.embrapa.br; ronaldo@cpac.embrapa.br

² Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza, CE. E-mail: ari@cpac.embrapa.br

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. E-mail: simplicioempam@rn.gov.br

5.2. Clima, solo e morfologia

5.2.1. Clima

O coqueiro requer temperaturas anuais em torno de 27°C, sem grandes oscilações. Temperaturas mínimas abaixo de 15°C, podem causar abortamento das flores, com reflexos negativos na produção. A tolerância do coqueiro à altitude é influenciada pela temperatura em função da latitude. Próxima a linha do equador, a planta pode ser cultivada até 750 m, entretanto, quando se distancia da mesma, esse limite é reduzido e as altitudes são menores. A umidade relativa do ar pode influenciar o desenvolvimento da planta, quando menor que 60%. Por outro lado, umidade muito alta, pode favorecer a propagação de doenças, além de diminuir a absorção de nutrientes em função da redução da transpiração. O volume de chuvas, bem como a sua distribuição, tem forte influência no desenvolvimento do coqueiro. A pluviosidade em torno de 1500 mm, com distribuição anual mínima de 125 mm, é satisfatória para o coqueiro. Déficits hídricos podem ser amenizados pela presença do lençol freático, cuja profundidade não deve exceder 3 m ou minimizados pela utilização de irrigação. O coqueiro não se desenvolve com baixa luminosidade. Uma insolação anual de 2000 horas, com no mínimo 120 horas mensais é considerada adequada (Fremond *et. al.*, 1966). Ventos fracos e moderados podem influenciar positivamente o desenvolvimento do coqueiro, em função dos seus efeitos na transpiração e na absorção de nutrientes (Passos, 1998), contudo, no período seco os ventos podem agravar o déficit hídrico.

5.2.2. Solos

O coqueiro é uma planta que se desenvolve em solos com as mais distintas características. Entretanto, não tolera solos excessivamente argilosos e que apresentem camadas adensadas ou impermeáveis, que impedem a sua penetração no solo ou que criem condições de má aeração para as raízes (Frémond *et al.*, 1966). Em solos arenosos, o sistema radicular desenvolve-se melhor que em solos argilosos, proporcionando a exploração de maior volume de solo. Os Espodossolos com horizonte A arenoso e horizonte B com acúmulo de complexos organometálicos, são utilizados para plantio do coqueiro-anão. Entretanto, algumas variações dos Espodossolos apresentam endurecimento, em virtude da existência de “ortstein”, fragipã e duripã e devem ser evitados, pois as camadas adensadas limitarão o crescimento radicular do coqueiro. Os Neossolos Flúvicos (Aluviais) e os Neossolos Quatzarênicos (Areias Quatzosas) de menor fertilidade natural, são também apropriados para o coqueiro. A adição de matéria orgânica contribui para melhorar as condições químicas e físicas desses solos. Os Latossolos e Argissolos Amarelos dos tabuleiros apresentam bom potencial para plantios irrigados. A ocorrência de fragipã e duripã em profundidades menores que 1 m podem limitar o crescimento radicular (Embrapa,1999).

A abertura de covas, maiores que as recomendadas, pode não resolver o problema do crescimento radicular em solos com horizontes adensados ou endurecidos, pois quando o sistema radicular extrapolar o volume da cova de plantio, o coqueiro diminuirá o ritmo de crescimento e dificilmente poderá expressar todo o seu potencial de produtividade.

5.2.3. Morfologia

O coqueiro (*Coco nucifera* L.) é uma monocotiledonea da família Palmae. Possui sistema radicular fasciculado, o qual é constituído de raízes grossas (primárias) com pequena capacidade de absorção, cuja principal função é a fixação da planta. Das raízes primárias originam-se as secundárias e dessas as terciárias, que dão origem as radicelas sendo estas as responsáveis pela absorção de água e nutrientes, pois nas raízes não existem pêlos absorventes (Fremond *et al.*, 1966). Cintra *et al.*, (1992) demonstraram que entre 70% e 90% das raízes do coqueiro-anão estão dentro de um raio de 1,8 m, tomando-se o caule como centro da circunferência e na profundidade de até 0,60 m. O caule do coqueiro é uma estipe e no ápice encontra-se o único ponto de crescimento da planta. A folha é do tipo penada, constituída de um raquis (prolongamento do pecíolo), no qual prendem-se os folíolos. A inflorescência é uma panícula, formada pelo pedúnculo e espigas, nas quais encontram-se as flores masculinas nos dois terços superiores e as femininas na base. A inflorescência é protegida por brácteas, cujo conjunto forma a espata. O estado nutricional e o estresse hídrico podem influenciar no número de flores femininas, das quais se originam os frutos, após a fecundação. O fruto do coqueiro é uma drupa, formado pelo epicarpo, pelo mesocarpo fibroso, onde se acumulam grandes quantidades de potássio (K) e cloreto (Cl) e pelo endocarpo, uma camada dura que envolve a semente. Inicialmente, o interior do endocarpo é ocupado pela água do coco, que começa a se formar, aproximadamente dois meses após a abertura da inflorescência e atinge o volume máximo nos frutos, com idades entre seis e sete meses. O volume decresce com a formação do albúmen sólido, a princípio gelatinoso, que se solidifica progressivamente. (Passos, 1998).

5.3. Manejo do solo e da cultura

As mudas de coqueiro-anão são preparadas com frutos, que serão utilizados como sementes, colhidos entre 11 e 12 meses, após a fecundação das flores. Dois sistemas podem ser utilizados para a produção. No sistema convencional, as sementes são colocadas em um germinadouro, onde permanecerão por quatro meses. Durante esse período, as sementes que germinarem, serão transplantadas para o viveiro, onde permanecem por seis a oito meses (Fremond, *et al.*, 1966). No sistema alternativo, as sementes são colocadas no germinadouro, diminuindo-se o número de sementes por metro quadrado de 30 para 20m e, transplantadas diretamente para o campo, com cinco a seis meses, sem passar pelo viveiro. Esse sistema apresenta como vantagem o menor custo e a redução do tempo de produção, sem comprometer a qualidade

final da muda (Fontes *et al.*, 1998). Para o plantio definitivo, o terreno é marcado em triângulo equilátero, observando-se o sentido norte-sul, para estabelecimento da linha principal de plantio, com o objetivo de proporcionar maior período de insolação às plantas. O espaçamento recomendado é de 7,5 m, o qual propicia 204 plantas por hectare. Para diminuir o impacto do transplante da muda e propiciar um volume de solo adequado para o desenvolvimento inicial da planta no campo, covas de plantio devem ser abertas e preenchidas com matéria orgânica, calcário e uma fonte de fósforo (P), de acordo com o resultado da análise do solo. A concorrência de plantas infestantes interfere diretamente sobre o desenvolvimento, precocidade de produção e produtividade do coqueiral (Fontes *et al.*, 1998). O controle químico deve ser utilizado, preferencialmente na área da projeção da copa. Recomenda-se o uso de produtos de ação pós-emergente, quando as plantas infestantes estiverem no período de pré-floração. Glifosate é o princípio ativo mais indicado para o controle, principalmente das gramíneas. Nas entrelinhas, pode-se utilizar a roçagem mecânica. Em regiões com estação seca definida, a ocorrência de gramíneas estoloníferas poderá levar a necessidade de gradagem, com uso restrito, devendo ser utilizada superficialmente (20 cm), em virtude dos danos que podem ser causados à estrutura do solo, além de permitir a erosão e lixiviação de nutrientes, em caso da ocorrência de chuvas na estação seca. A utilização de leguminosas nas entrelinhas, não somente previne a infestação, como também poderá enriquecer o solo com nitrogênio, por meio da fixação simbiótica. Folhas senescentes e cachos de onde os frutos foram colhidos, devem ser espalhados na área de plantio e triturados pela roçagem mecânica, pois, principalmente em solos arenosos, esses materiais servem para melhorar a capacidade de retenção de água e de nutrientes. Em situações onde a casca do coco possa retornar ao campo, ela também contribui para melhorar a retenção de umidade do solo.

Das variedades de coqueiro, a mais sensível ao déficit hídrico é a variedade anã. Em regiões onde ocorre estação seca definida, e onde houver disponibilidade de água para irrigação, essa prática pode propiciar altas produtividades. Dentre os métodos de irrigação, a microaspersão e o gotejamento superficial são os mais adequados para o coqueiro-anão (Nogueira *et al.*, 1998). Na microaspersão, os emissores são posicionados na região de maior concentração radicular, a qual ocorre num raio de até 1,80 m da planta (Cintra *et al.*, 1992). No gotejamento, uma mangueira conectada à linha lateral circula a estipe, com os gotejadores, também posicionados na região de maior concentração radicular. A quantidade de água requerida pelo coqueiro é estimada entre 100 e 150 L planta⁻¹ dia⁻¹. Entretanto, como esses valores são dependentes de fatores climáticos, ajustes locais precisam ser feitos.

A identificação e o controle das pragas e das doenças pode ser feito, consultando-se Ferreira *et al.* (1998).

Os frutos para água são colhidos entre seis e sete meses de idade. Nesse estágio

de maturação, os frutos pesam em torno de 2,4 kg com um volume de água de aproximadamente 600 ml, com pH em torno 5,0 e Grau Brix a 20° em torno de 5,8. Variações no peso do fruto e volume de água, podem estar associados a problemas nutricionais e déficit hídrico, o qual, quando severo, pode até causar mudança no formato do fruto que fica mais alongado.

5.4. Nutrição Mineral

5.4.1. Extração e exportação de nutrientes

A remoção de nutrientes pelos frutos do coqueiro-anão foi estimada a partir dos dados de Ouvrier (1984) e recalculados de acordo com Sobral (1998), considerando-se uma produtividade de 200 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ em kg ha⁻¹ ano⁻¹ são de: 87,71; 12,44; 169,77; 6,02; 9,48; 7,85 e 92,0, para N, P, K, Ca, Mg, S e Cl, respectivamente. Observa-se que o nitrogênio (N), o potássio (K) e o cloro (Cl) são os nutrientes exportados em maior quantidade. A importância do cloro na nutrição do coqueiro foi demonstrada por Uexkull (1972). Em virtude da quantidade de cloro removida, os autores propõem que esse nutriente seja considerado um macronutriente para o coqueiro. Quanto ao fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), as exigências são menores.

5.4.2. Funções e importância dos nutrientes.

Nitrogênio (N): A falta de nitrogênio causa um amarelecimento gradual nas folhas do coqueiro (Foto 5.1) e a diminuição do número de flores femininas. No estágio final, há um decréscimo de número e tamanho das folhas e estreitamento do estipe, causando o que se chama “ponta-de-lápis”. Sobral e Leal (1999) observaram influência do nitrogênio no número de frutos do coqueiro gigante, e obtiveram como nível crítico de N na folha 14 17,18 g kg⁻¹. Sobral (2004) observou aumento do número de frutos do coqueiro-anão verde fertirrigado com N na forma de uréia.

Fósforo (P): A deficiência de fósforo causa a diminuição do crescimento, sendo observado nas folhas um verde mais escuro, causado pela maior concentração relativa de clorofila. A remoção do P pelo coqueiro é pequena (Tabela 5.1), entretanto, em solos que apresentam valores muito baixos de P “disponível”, o nutriente torna-se limitante.

Potássio (K): Os sintomas de deficiência caracterizam-se pelo aparecimento de manchas cor de ferrugem nos dois lados do folíolo, e também pelo aparecimento de pequeno amarelecimento desses folíolos, mais intenso na extremidade, que evolui posteriormente para a necrose (Foto 5.2). Na planta como um todo, a deficiência pode ser reconhecida pelo amarelecimento das folhas no meio da copa e o posterior secamento das folhas mais velhas. As folhas mais novas permanecem verdes (Manciot *et al.*, 1980). O potássio é exportado em grande quantidade pelos frutos. Ocasionalmente, observa-se uma aparente anomalia com a deficiência

de K. Assim, em coqueiros de baixa produtividade, a análise foliar pode detectar altos valores de K, porém, isso não significa boa nutrição em potássio, e sim, o acúmulo do nutriente, graças à baixa produtividade. O acúmulo de K na folha pode ser observado em plantas, quando outros fatores causam redução da frutificação.

Cloro (Cl): A importância do nutriente no coqueiro, foi demonstrada por Uexkull (1972), tendo constatado que a aplicação de KCl aumentou o peso do albúmen, de 117 g para 216 g, e o teor de Cl na folha no 14, de 0,40 g kg⁻¹ para 2,33 g kg⁻¹. O teor de potássio na mesma folha variou de 10,9 g kg⁻¹ a 11,7 g kg⁻¹, permanecendo praticamente constante. Os sintomas de deficiência apresentam-se, primeiramente, nas folhas mais velhas, que amarelecem e apresentam manchas alaranjadas. Os folíolos secam nas margens e nas extremidades, ocorrendo, também diminuição do tamanho dos frutos.

Cálcio (Ca): Os primeiros sintomas de deficiência aparecem nas folhas no 1, 2 e 3 e consistem de manchas amarelas arredondadas, tornando-se marrons no centro. As manchas são isoladas no primeiro estágio, coalescendo e secando ao final. Em folhas jovens, as manchas são uniformemente distribuídas, porém, a partir da folha no 4, essas manchas concentram-se na base. As plantas que apresentaram esses sintomas continham apenas 0,85 g kg⁻¹ de cálcio na folha nº 4 (Dufour *et al.*, 1984).

Magnésio (Mg): Os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas velhas. Nas partes extremas do folíolo e expostas ao sol, o amarelecimento é mais intenso, enquanto que próximo à ráquis os folíolos permanecem verdes (Foto 5.3). Quando a deficiência torna-se severa, ocorre a necrose nas extremidades dos folíolos, que ficam amarelo-escuros. Nesse estágio, manchas translúcidas podem ser observadas.

Enxofre (S): A translocação do enxofre não ocorre das folhas mais velhas para as mais novas (Mengel e Kirkby, 1978). Em coqueiros jovens, quando há deficiência de enxofre, as folhas novas tornam-se amarelas e alaranjadas (Foto 5.4.), com necrose nas extremidades dos folíolos. No coqueiro adulto há redução no número de folhas vivas, que amarelecem. Nas folhas mais velhas há o enfraquecimento da ráquis, fazendo com que aquelas tombem em torno do estipe. O número de frutos é pequeno e tende a zero quando a deficiência se agrava. O albúmen (copra), depois de seco, torna-se fino e elástico, com baixo teor de óleo (Southern, 1969).

Boro (B): A deficiência manifesta-se nos folíolos, que se apresentam juntos na extremidade. Com a progressão da deficiência, os folíolos da base das ráquis diminuem de tamanho, apresentam crestamento, podendo, inclusive, desaparecer. Nos casos mais graves, o ponto de crescimento deforma-se completamente, paralisando o desenvolvimento da planta. A deficiência pode ser corrigida com a aplicação de 30 g de bórax na axila da folha nº 4, quando se tratar de coqueiros jovens. Em coqueiros adultos, o nutriente, também na forma de bórax pode ser misturado com outros fertilizantes e aplicado no solo.

Como os limites de deficiência e toxidez são muito próximos, doses elevadas de B podem causar toxidez à planta (Foto 5.5).

Cobre (Cu): A deficiência de cobre em coqueiros foi encontrada e descrita por Ochs *et al.* (1993) em solos turfosos da Indonésia. Primeiramente, as ráquis das folhas novas tornam-se flácidas e em seguida envergam. Quase simultaneamente as extremidades dos folíolos começam a secar, passando do verde ao amarelo e, por fim, ao marrom – aspecto queimado. Quando a deficiência se agrava, a planta seca completamente e as novas folhas emitidas são pequenas e cloróticas. No Brasil, a deficiência foi encontrada em coqueiros plantados em Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) .

Ferro (Fe): Os sintomas de deficiência de ferro foram descritos por Pomier (1969) e encontrados nas ilhas Coralinas do Pacífico, onde os altos teores de carbonato de cálcio tornam o ferro indisponível. Convém lembrar que, em solos tropicais, a presença de óxidos de ferro é substancial.

Manganês (Mn): A deficiência caracteriza-se por uma clorose generalizada. Resultados provenientes do levantamento do estado nutricional dos coqueirais do Nordeste do Brasil mostram uma amplitude muito grande no teor do nutriente encontrado na folha nº 14. Sobral (1989), ao realizar o levantamento do estado nutricional dos coqueirais de Sergipe, demonstrou que não há relação direta entre o teor de manganês na folha e a doença queima-das-folhas. Foi observada, entretanto, uma relação significativa entre os teores no solo e na folha.

5.5. Calagem e adubação

5.5.1. Determinação da necessidade de adubação

A determinação da necessidade de adubação do coqueiro pode ser feita, principalmente pelas análises de solo e foliar.

Análise de Solo: As amostras de solo devem ser coletadas na projeção da copa – local de adubação – tomando-se cerca de 20 subamostras em cada área homogênea de no máximo 10 ha, as quais comporão uma amostra. As amostras devem ser retiradas decorridos, no mínimo, 60 dias da última adubação, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, pois grande parte das raízes do coqueiro concentra-se nessas profundidades (Cintra *et al.*, 1992). Entretanto, quando o coqueiro for fertirrigado, a amostragem pode ser efetuada em qualquer época, devendo ser coletada na área de influência do microaspersor. Para fins de calagem, a amostragem deverá ser efetuada nas entrelinhas, na profundidade de 0 a 20cm.

Análise Foliar: A base da análise foliar do coqueiro resultou da adaptação de estudos desenvolvidos com o dendê (Rognon, 1984), e os primeiros níveis críticos para o gigante-oeste-africano foram obtidos em 1955 (Frémond *et al.*, 1966).

A primeira aproximação de níveis críticos de N, P, K, Ca, Mg, S, Cl e Na expressos em g kg⁻¹ e de Mn, Zn, Cu, B, e Fe mg kg⁻¹ nas folhas 4, 9 e 14 do coqueiro-anão verde, segundo os dados obtidos pelos autores deste capítulo e baseados no modelo analítico, são mostrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Níveis críticos de macro e micronutrientes nas folhas 9 e 14 do coqueiro-anão verde.

Nutriente	Folha nº 9	Folha nº 14
Macronutriente	-----g/kg-----	
N	21,0	22,0
P	1,50	1,40
K	16,0	15,0
Ca	3,0	3,5
Mg	3,0	3,30
S	1,3	1,5
Micronutriente	-----mg/kg-----	
Cl	8,0	7,5
Na	1,5	1,3
B	17,0	20,0
Cu	5,0	5,0
Mn	60,0	65,0
Zn	14,0	15,0
Fe	35,0	40,0

Fontes: Holanda, J.S de, 2004; Raji. B. van., 2004; Sobral, L.F., 2004; dados não publicados.

O conceito principal sobre a folha a ser amostrada é o de que seja àquela do meio da copa do coqueiro, nem muito nova nem muito velha, pois, nesses estádios, há translocação de nutrientes, o que afeta os resultados. A posição da folha tem influência no teor do nutrientes. Observa-se que, com a idade da folha, o teor de N aumenta e depois diminui, os valores de P, K e B decrescem, enquanto que os de Ca, Mg e Mn crescem. No coqueiro adulto, a folha no 14 é a que melhor expressa o estado nutricional da planta (Frémond *et al.*, 1966). Em plantas jovens, pode-se utilizar as folhas nº 4 e nº 9. Para localizar as folhas 4 e 9 na planta, utiliza-se a seguinte metodologia: a folha ainda não aberta conhecida como flecha é a folha zero. A folha emitida, imediatamente depois da mesma é a número 1 e assim sucessivamente até chegar-se às folhas nº 4 e 9. Para a localização da folha 14, utiliza-se a seguinte metodologia: localiza-se a folha em cuja axila (espaço entre a bainha e o estipe) ocorre a inflorescência aberta mais recentemente; essa é a folha no 10. Do lado oposto fica a folha nº 9, abaixo da qual está a folha nº 14.

Para a coleta de folhas, a plantação deve ser dividida em áreas homogêneas. Para isso, deve-se levar em conta a idade das plantas e os aspectos nutricional e fitossanitário, além da variabilidade do solo. De cada área homogênea de no máximo 10 ha, devem ser colhidos folíolos de no mínimo 20 plantas. Em plantios sem irrigação, as amostras devem ser coletadas no início da estação seca. Deve-se efetuar a coleta entre 7 e 11 horas. Se houver precipitação pluvial acima de 20 mm, será necessário esperar 36 horas, para evitar flutuações, decorrentes da lixiviação de nutrientes. Encontrada a folha a ser amostrada, três folíolos são retirados de cada lado da parte central da folha, evitando-se os folíolos danificados. Em cada folíolo, somente os 10 cm centrais são aproveitados, os quais devem ser acondicionados em saco de papel, cuja identificação deve conter: o local da coleta, a data, o número da árvore e a posição da folha. Caso não seja possível o envio das amostras no mesmo dia para o laboratório, elas devem ser colocadas no refrigerador, evitando-se o congelador.

No laboratório, os segmentos 10 cm centrais são limpos com algodão embebido em água destilada, e tanto a nervura central quanto os bordos do limbo, correspondendo a aproximadamente 2 mm, são eliminados. A secagem deve ser efetuada em estufa com circulação de ar forçado, à temperatura de 70°C a 80°C, durante 48 horas. Evitar que a temperatura exceda os 105°C, para que não haja perda de nitrogênio.

5.5.2. Calagem

Para o coqueiro, recomenda-se uma saturação por bases entre 60 e 70%, pois atingidos esses valores, o alumínio trocável estará insolúvel e os teores de cálcio e de magnésio trocáveis no solo estarão acima de 20 mmol_cdm⁻³ de solo. Em algumas situações, tem-se observado que embora os citados valores tenham sido atingidos, os teores de cálcio e de magnésio na folha ainda permanecem abaixo do nível crítico. Nesse caso, pode-se utilizar fontes mais solúveis, para corrigir as deficiências nutricionais, como o sulfato de cálcio, e o óxido de magnésio.

A calagem pode ser efetuada em toda a área ou somente na projeção da copa. Como método prático, pode-se utilizar o seguinte critério para determinar como fazer a calagem. Caso o alumínio esteja acima de 5 mmol_cdm⁻³ de solo, a calagem deverá ser efetuada na área toda, para reduzir a toxidez. Esse valor é válido, somente para solos com horizonte A arenoso e onde predomina a caulinita na fração argila. Para aplicação na área total, deve-se levar em conta que os solos arenosos apresentam muito baixo poder tampão. Nessas condições, a quantidade de calcário não deve ultrapassar 2 t ha⁻¹. Em outras situações, a saturação por alumínio deve ser utilizada como parâmetro, embora não se tenha ainda a saturação por alumínio tolerada pelo coqueiro. Em situações onde Al, Ca e Mg estejam em baixos valores, a calagem deve ser efetuada na área do círculo, que tem como centro o estipe e como limite a projeção da copa (Sobral, 1998). Na calagem localizada, na qual o calcário

funcionará como fornecedor de Ca e de Mg, a quantidade de calcário a ser aplicada por planta é obtida pela proporção entre a quantidade de calcário para um hectare e a quantidade calculada em função da área da projeção da copa, cujo círculo tem como centro o estipe. Nos dois casos, a incorporação é importante, para corrigir a acidez e disponibilizar Ca e Mg próximo as raízes. Nos plantios sem fertirrigação, o intervalo de tempo entre a calagem e a adubação deve ser de, no mínimo, 60 dias. Quando isso é ignorado, o pH pode se elevar muito, favorecendo a volatilização do N, a insolubilização do P solúvel e a lixiviação do K, pois grande parte das cargas negativas estará ocupada com Ca e Mg oriundos do calcário.

5.5.3. Adubação

Sugestões para adubação do coqueiro-anão nos vários estágios de crescimento são apresentadas nas Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4. No primeiro ano, a adubação com fósforo deve ser efetuada na cova de plantio, com 160 g de P_2O_5 na forma de superfosfato simples. Também é sugerida a aplicação de 450 g de N planta⁻¹, cujo fracionamento dependerá se o coqueiro é irrigado ou não e da textura do solo. Convém lembrar, que no primeiro ano as raízes da planta ainda não cresceram o suficiente e o nutriente pode ser lixiviado, principalmente em solos arenosos. A partir do segundo ano, as recomendações são em função do teor foliar de N. Para o P e o K as recomendações são em função do teor dos nutrientes no solo, pelo método da resina. Em regiões onde é utilizado o método Mehlich 1, os resultados podem ser convertidos para o método da resina pelas seguintes equações: P (resina) = 0,6901 (P Mehlich 1) + 6,3942 e K (resina) = 1,1481 K (Mehlich 1) – 1,8387. Convém salientar, que essas equações foram obtidas em solos não adubados, onde no horizonte A predomina a fração areia, e na fração argila predomina a caulinita.

As sugestões de adubação para o coqueiro-anão, em produção, são apresentadas na Tabela 5.3 e as doses de N, P e K levam em consideração a produtividade esperada.

Tabela 5.2. Recomendação de adubação com N, P e K para o coqueiro-anão verde em formação, com base na análise foliar para N e análise de solo para P e K.

Idade	N na folha (g kg ⁻¹)			P-resina (mg dm ⁻³)			K-trocável (mmolc dm ⁻³)		
	<16	16-20	>20	0-12	13-30	>30	<1,6	1,6-3,0	>3,0
Ano	----- N (g planta ⁻¹) -----			----- P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹) -----			----- K ₂ O (g planta ⁻¹) -----		
0-1	450	450	450	0	0	0	600	400	200
1-2	600	450	300	200	150	100	900	700	500
2-3	900	750	600	300	200	100	1.200	900	600

Fontes: Holanda, J.S de. 2004; Raij, B. van., 2004; Sobral, L.F., 2004; dados não publicados.

Tabela 5.3. Recomendação de adubação com N, P e K para o coqueiro-anão verde em produção, com base na análise foliar para o N, análise de solo para P e K e rendimento esperado.

1.000 frutos ha ⁻¹	N na folha 14 (g kg ⁻¹)			P-resina (mg dm ⁻³)			K-trocável (mmol _c dm ⁻³)		
	<16	16-20	>20	0-12	13-30	>30	<1,6	1,6-3,0	>3,0
	----- N (kg ha ⁻¹) -----			----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹ a) -----			----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----		
<20	180	120	80	80	60	20	200	150	100
30-30	220	180	100	100	70	30	250	200	120
30-40	260	200	120	120	90	40	300	240	150
40-50	300	220	140	140	100	50	400	300	180
>50	360	250	160	160	120	60	500	350	200

Fontes: Holanda, J.S de, 2004; Raij, B. van., 2004; Sobral, L.F., 2004; dados não publicados.

Na Tabela 5.4 são apresentadas sugestões de adubação com B, Cu, Mn, e Zn com base nas análises de solo e folha. Os teores de Cu, Mn e Zn podem ser convertidos do método Mehlich 1 para o método DTPA, utilizando-se as seguintes equações: Mn (DTPA) = 0,5036 Mn (Mehlich 1) + 0,5435; Zn (DTPA) = 0,6379 Zn (Mehlich 1) + 0,0122; Cu (DTPA) = 1,153 Cu (Mehlich 1) – 0,1954. Vale salientar, que essas equações foram obtidas em solos intemperizados, onde no horizonte A predomina a fração areia, e na fração argila do mesmo horizonte, predomina a caulinita.

Tabela 5.4. Sugestão de adubação com B, Cu, Mn e Zn com base nas análises de solo e foliar.

Nutriente/Método de Análise	Solo	Folha N ^o e conteúdo de nutrientes		Adubo
		9	14	
	mg dm ⁻³	----- mg kg ⁻¹ -----		g planta ⁻¹
Boro (Água quente)	0-0,6	<17	<20	Borax 50
	>0,6	≥17	≥20	-
Cobre (DTPA)	0-0,8	<5	<5	Sulfato de cobre 100
	>0,8	≥5	≥5	-
Manganês (DTPA)	0-5,0	<60	<65	Sulfato de manganês 100
	>5,0	≥60	≥65	-
Zinco (DTPA)	0-1,2	<14	<15	Sulfato de zinco 120
	>1,2	≥14	≥15	-

Fontes: Holanda, J.S de, 2004; Raij, B. van., 2004; Sobral, L.F., 2004; dados não publicados.

A aplicação de fertilizantes por meio do sistema de irrigação tornou-se uma prática comum na agricultura irrigada. A principal vantagem da fertirrigação, é a melhor eficiência na utilização dos nutrientes por intermédio da sua constante disponibilidade junto ao sistema radicular e a minimização das perdas dos fertilizantes pela lixiviação. Como principal desvantagem, tem-se as reações químicas entre os produtos utilizados, as quais podem resultar em precipitados que poderão entupir o sistema, ou causar a corrosão do mesmo (Papadopoulos, 1999). Para que um fertilizante possa ser utilizado na fertirrigação, é necessário que o mesmo seja solúvel em água e, ainda, que seja mínimo o risco de salinização do solo (Villas Bôas, et al., 1999). O índice salino global é um valor cuja referência é o NaNO_3 , ao qual é atribuído o valor 100. Na Tabela 5 são mostrados a solubilidade e os índice salinos global e parcial de alguns fertilizantes utilizados em fertirrigação. As doses de nutrientes a serem aplicadas são obtidas, utilizando-se os mesmos conceitos para a adubação convencional, e pode ser feita com base nas análises de solo e folha. No coqueiro-anão, as doses anuais são divididas pelo número de ciclos de fertirrigações, que será realizado durante o ano.

As quantidades dos fertilizantes a serem dissolvidos para serem injetados no sistema, são calculadas levando-se em consideração a vazão do emissor e o tempo de irrigação, lembrando que a solubilidade do fertilizante determina a quantidade máxima, que poderá ser dissolvida em um determinado volume de água. A fertirrigação somente deve ser iniciada após a pressurização do sistema, visando a homogeneidade da fertirrigação, a qual pode ser verificada coletando-se amostras da solução no emissor, na qual determina-se o teor do nutriente na mesma, e a partir deste dado, pode-se verificar se as quantidades calculadas estão sendo aplicadas efetivamente.

Tabela 5.5. Solubilidade e índice salino de alguns fertilizantes utilizados em fertirrigação.

Adubo	Solubilidade 20°C	Índice salino
	g 100 ⁻¹ ml	
Uréia	78	75,4
Sulfato de amônio	71	69,0
Nitrato de amônio	118	104,7
Nitrato de cálcio	102	52,5
Nitrato de sódio	73	100,0
Fosfato monoamônico	23	29,9
Ácido fosfórico	45,7	sem valor
Nitrato de potássio	32	73,6
Cloreto de potássio	34	116,3
Sulfato de potássio	11	46,1

Fonte: Villas Bôas, et al., 1999.

1.7. Referências

- Almeida, J.I.L. de, and F.E. de Araújo. 1992. A acerola: Instruções preliminares de cultivo. (Fortaleza) EPACE. Fortaleza. (Pesquisa em Andamento 21).
- Alves, R.E., J.P. da Silva Júnior, A.Q. da Silva, H. Silva, and E. Malavolta. 1990. Concentração e exportação de nutrientes pelos frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.) por ocasião da colheita. In: 19º Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.
- Araújo, P.S.R. de, and K. Minami. 1994. Acerola. Fundação Cargil, Campinas.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso 1998. Efeito de diferentes regimes de irrigação sobre a produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: Simpósio Avanços Tecnológicos na Agroindústria Tropical, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso. 1998. Produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.) sob diferentes regimes de irrigação. Embrapa-CNPAT, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 18).
- Chu, E.Y. 1993. Inoculação de fungos endomicorrízicos em plântulas de acerola (*Malpighia glabra* L.). Embrapa-CPATU, Belém. (Boletim de Pesquisa, 149).
- Cibes, H., and G. Samuels. 1995. Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. University of Puerto Rico, Rio Piedras. (Technical Paper, 15).
- Corrêa, F.L. de O., C.A.S. Souza, J.G. de Carvalho, and V. Mendonça. 2002. Fósforo e Zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal 24:793-796.
- Couceiro, E.M. 1985. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. UFRPE, Recife.
- Cunha, R. de C.S. da. 1992. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) em função da idade e da época do ano. (Monografia de Graduação), CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Cunha, R.C.S., J.P. Silva Júnior, and A.C. Conceição Júnior. 1993. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em função da idade e época do ano na cultura da acerola (*Malpighia glabra* L.). Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina 5:57-65.
- Departamento de Ciência do Solo. 1993. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Freire, J.L. de O. 1995. Acerola (*Malpighia* sp) concentrações de NPK em plantas e caracterização físico-química de frutos em pomares de diferentes regiões da Paraíba. (Dissertação de Mestrado). CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Hernández-Medina, E., J. Vélez-Santiago, and M.A. Lugo-López. 1970. Root development of acerola trees as affected by liming. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 54:57-61.

- IBGE. 2004. Censo Agropecuário. <http://www.ibge.gov.br>.
- Kavati, R. 1995. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no Estado de São Paulo. p. 149-154. In: A.R. São José, and R.E. Alves. *Acerola no Brasil: Produção e mercado*. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Konrad, M. 2002. Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia* spp.) na região da nova alta paulista. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Ilha Solteira.
- Korner, C., A. Judith, A. Scheel, and H. Bauer. 1979. Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. *Photosynthetica* 13:45-82.
- Landrau Júnior, P., and E. Hernandez-Medina. 1959. Effects of major and minor elements, lime and soil arrendments on the yield and ascorbic acid content of acerola (*Malpighia piniifolia* L.). *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, Rio Piedras 43:19-33.
- Ledin, R.B. 1958. The Barbados of West Indian cherry. University of Florida, Gainesville. (University of Florida. Bulletin, 594).
- Lugo-López, M.A., E. Hernández-Medina, and G. Acevedo. 1959. Response of some tropical soils and crops of Puerto Rico to applications of lime. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, Rio Piedras 28:57-61.
- Malavolta, E., H.P. Haag, F.A.F. Mello, and M.O.C. Brasil Sobrinho. 1967. *Nutrição mineral de algumas culturas tropicais*. Pioneira, São Paulo.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, and A.A. de Oliveira. 1989. *Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações*. Potafos, Piracicaba.
- Manica, I., I.M. Icuma, J.C. Fioravanco, M.C. Paiva Jr., and N.T.V. Junqueira. 2003. *Acerola: Tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados*. Cinco Continentes, Porto alegre.
- Martins Neto, D., F.M.L. Bezerra, and R.N.T. Costa. 1998. Evapotranspiração real da acerola (*Malpighia glabra* L.) durante o primeiro ano de implantação nas condições climáticas de Fortaleza (CE.). p. 55-57. In: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Poços de Caldas, 1998. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas.
- Marty, G.M., and W. Pennock. 1965. Práticas agronômicas para el cultivo comercial de la acerola en Puerto Rico. *Revista de Agricultura de Puerto Rico* 52:107-111.
- Miranda, J.R.P. de, A.L. de O. Freire, J.S. Souto, O.N. Moura, and S.S. Rolim Júnior. 1995. Efeito da omissão de nutrientes sobre os teores foliares de macronutrientes em mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.). p. 221. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Lavras, 1995. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras.
- Musser, R. dos S. 1995. Tratos culturais na cultura da acerola. p. 47-52. In: A.R. São José, and R.E. Alves. *Acerola no Brasil: Produção e mercado*. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Nakasone, H.Y., G.M. Yamane, and R.K. Miyashita. 1968. Selection, evaluation and

- naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. Agricultural Experimental Station, Hawaii. (Circular, 65).
- Nascimento, L.C. do. 1995. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia* sp) cultivadas nas regiões do Cariri e Brejo Paraibano. (Monografia de Graduação) CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Nogueira, R.J.M.C., J.A.P.V. Moraes, and H.A. Burity. 2000. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 35:1331-1342.
- Oliveira, M.N.S. de. 1996. Comportamento fisiológico de plantas jovens de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biriba em função da baixa disponibilidade de água no solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Paiva, J.R. de, R.E. Alves, L. de M. Barros, J.R. Crisóstomo, C.F.H. Moura, A.S. Almeida, and N.P. Noryes. 2003. Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 87).
- São José, A.B., and D. Batista. 1995. Propagação sexual da acerola. p. 28-31. In: A. R. São José, and R.E. Alves. *Acerola no Brasil: Produção e mercado*. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Silva Júnior, J.P. da S., R.E. Alves, H. Silva, and A.Q. da Silva. 1990. Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivadas em pomar. In: 19^o Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.
- Silva, G.D. da. 1998. Absorção de macro e micronutrientes pela aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Simão, S. 1971. Cereja das Antilhas. p. 477-485. In: S. Simão. *Manual de Fruticultura*. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Teixeira, A.H. de C., and P.V. de Azevedo. 1995. Índices-limite do clima para o cultivo da acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 30:1403-1410.

6. Goiabeira

William Natale¹

Renato de Mello Prado¹

José Antônio Quaggio²

Dirceu de Mattos Junior²

6.1. Introdução

A Índia, o Paquistão e o Brasil destacam-se na produção mundial de goiaba em cultivos comerciais. A Índia possui o maior número de árvores, mas em cultivos dispersos e pouco produtivos, utilizados para a produção de suco de goiabas brancas. O Paquistão, por sua vez, aparece como o principal exportador da fruta in natura. No Brasil, a goiaba é mais consumida in natura, especialmente como fruta de polpa vermelha, comparada ao produto industrializado. A exportação da fruta fresca é pouco expressiva, embora destacam-se França, Canadá, Alemanha e Portugal como os principais países importadores da goiaba brasileira (Guedes e Vilela, 1999, citado por Almeida, 1999).

A goiaba é uma das frutas tropicais mais populares e de grande aceitação no Brasil e no mundo. É apreciada tanto fresca como processada industrialmente, em forma de doces, compotas, geléias e sucos, sendo rica em açúcares, vitamina C e sais minerais. O aumento no consumo de frutas de mesa e de sucos naturais é uma tendência mundial, visto a crescente preocupação com a saúde e a estética.

No Brasil, a goiabeira é encontrada em todos os Estados, sendo explorada comercialmente em cerca de 17 mil ha (IBGE, 2002 citado por Goiabrás, 2004). A produção total, porém, ainda é baixa, cerca de 350 mil t ano⁻¹ quando comparada ao potencial produtivo das plantas (Natale, 1993).

Se por um lado a seleção genética e a multiplicação vegetativa de goiabeiras têm originado plantas com alto potencial de produção, como as cultivares Rica e Paluma (Pereira *et al.*, 1982), por outro têm gerado fruteiras, como esperado,

¹ Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias – Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n., CEP 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil.

E-mail: natale@fcav.unesp.br; rmprado@fcav.unesp.br.

² Instituto Agrônomo. CP 28, CEP 13001-970, Campinas-SP, Brasil.

E-mail: quaggio@iac.sp.gov.br; ddm@iac.sp.gov.br.

mais exigentes em termos nutricionais, determinando, conseqüentemente, maior extração e exportação de nutrientes do solo. Assim, o conhecimento dos aspectos nutricionais e a necessidade da adubação são fundamentais para garantir maior expressão genética das cultivares.

Embora a goiabeira tenha sido considerada, durante muito tempo, uma planta rústica quanto à tolerância à acidez e adaptação à baixa reserva de nutrientes no solo, a aplicação racional de fertilizantes promove aumentos substanciais na produção de frutos (Natale, 1993).

6.2. Clima, solo e morfologia

A goiabeira é originária da América Tropical, possivelmente entre o México e o Peru, onde ainda pode ser encontrada no estado silvestre. Sua capacidade de dispersão e rápida adaptação a diferentes ambientes, possibilitaram a presença dessa *Mirtaceae* em amplas áreas tropicais e subtropicais do globo, sendo mesmo considerada espécie invasora em algumas regiões (Menzel, 1985).

Avilan (1988) estudou o ciclo de desenvolvimento da goiabeira na região tropical (Venezuela) e classificou quatro fases: (i) crescimento, entre dez meses e dois anos de idade; (ii) plena produção, dos três até cinco anos; (iii) produção, dos cinco até oito anos; e (iv) senilidade, a partir dos nove anos de idade. O autor considerou a goiabeira como uma fruteira de ciclo curto, que inicia a produção entre 10 e 12 meses a partir do plantio, tendo o período de máxima eficiência produtiva aos três ou quatro anos de idade. Observou, ainda, que as produções de frutos, em cada etapa do desenvolvimento, são: 30, 35, 50 e 22 kg planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Porém, com a propagação vegetativa de estacas herbáceas, as plantas entram na fase de plena produção mais precocemente.

A temperatura ideal para a vegetação e produção da goiabeira, situa-se entre 25 e 30°C; danos severos ocorrem em regiões sujeitas às geadas e ventos fortes. A temperatura não só limita, mas determina a época de produção da fruteira; ainda, verifica-se a necessidade de fotoperíodo mais longo para a produção ótima de frutos.

A disponibilidade de chuvas não deve ser inferior a 600 mm ano⁻¹, e o intervalo ideal é de 1.000 a 1.600 mm ano⁻¹, bem distribuído ao longo do ano.

A umidade relativa do ar, outro fator importante para o cultivo da goiabeira, pode influir tanto no aspecto fisiológico, como nas condições fitossanitárias dos frutos produzidos. Apesar de ser nativa de região tropical, a goiabeira vegeta e produz bem em regiões situadas ao nível do mar até a 1.700 m altitude, sendo, por essa razão, encontrada em várias regiões do Brasil e do mundo. A umidade relativa mais favorável ao cultivo da goiabeira parece situar-se entre 50 e 80%.

Nas regiões em que a estação das secas se prolonga, a irrigação torna-se necessária. Por ser uma planta bastante rústica, a goiabeira adapta-se aos mais variados tipos de solos. Recomenda-se, porém, que sejam evitados solos cultivos em solos com alto teor de argila, baixa capacidade de drenagem, e salinos. É importante planejar o plantio de pomares em áreas de topografia plana, para facilitar os tratos culturais; entretanto, é possível o plantio em solos com topografia ligeiramente declivosa.

6.3. Solo e cultivo

O preparo inicial do solo para a instalação da goiabeira deve ser feito, procurando eliminar camadas compactadas em subsuperfície e, também, incorporar material corretivo (calcário), em profundidade.

Prado e Natale (2004) avaliaram a incorporação de calcário com diferentes equipamentos de preparo do solo. A incorporação do insumo, apenas com a gradagem pesada, foi restrita à camada superficial do solo. O uso da aração com arado de disco, seguida de gradagem niveladora, mostrou-se satisfatório, porém, inferior à gradagem superpesada, que atingiu maior profundidade. O desempenho superior da gradagem superpesada na incorporação do corretivo, deve-se não apenas à ação profunda do método, mas, também, ao elevado grau de mistura corretivo-solo em toda a camada de 0 a 30 cm de profundidade. Com o arado, apenas a metade da dose atinge a camada mais profunda, com o restante sendo incorporado, superficialmente, com a grade mais leve. A vantagem da gradagem superpesada, além de otimizar a incorporação do insumo, agrega menor gasto de energia e tempo de operação. Porém, esse método exige o uso de trator de elevada potência, para arrasto da grade com discos de 14 x 34” e peso total superior a 3.800 kg.

É importante lembrar a importância da incorporação profunda do calcário ao solo na formação de culturas perenes, visto que aplicações superficiais corrigem lentamente as camadas mais profundas e, um solo mal corrigido no plantio, comprometerá a produtividade do pomar por muito tempo (Raij *et al.*, 1996).

Em pomares que serão estabelecidos em solos ácidos, com elevada saturação por alumínio, o manejo da calagem reduz a solubilidade do alumínio tóxico da camada superficial, promovendo o maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, maior crescimento das plantas em virtude do aproveitamento eficiente de água e nutrientes. Ressalta-se que o uso de grades para a incorporação de calcário em pomares formados, não é aconselhável, em conseqüência dos danos causados ao sistema radicular da goiabeira, que provoca aumento na incidência de problemas fitossanitários nas plantas.

Para o estabelecimento de pomares de goiabeira, admite-se que a saturação por bases do solo adequada, é próxima a 60% (Prado, 2003). Deve-se, entretanto, observar

que a concentração de magnésio do solo não deve ficar abaixo de $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Para a goiabeira com até três anos, foram consideradas adequados teores de cálcio e magnésio nas folhas próximos a $9,0$ e $2,5 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Prado, 2003).

A calagem em pomares de goiabeiras adultas, deve ser realizada, superficialmente, sem incorporação; nesse sentido, Corrêa (2004) verificou que a aplicação superficial neutralizou a acidez do solo da camada superficial (até 20 cm), atingindo reação máxima aos 12 e 24 meses após a aplicação do calcário calcinado e calcário comum, respectivamente.

Na fase de produção de mudas de goiabeira, existem trabalhos demonstrando a resposta das plantas à correção da acidez do solo, com materiais alternativos como cinza de biomassa de eucalipto e escória de siderurgia. Assim, esses resíduos podem apresentar-se como corretivos de acidez do solo, além de fonte de nutrientes, podendo ser utilizados na produção de mudas, incrementando sua produção e preservando o meio ambiente com a reciclagem de subprodutos.

Considerando a inexistência de informações sobre o assunto, Prado *et al.* (2003b) avaliaram o efeito da aplicação de cinzas ao substrato de produção de mudas de goiabeira. O delineamento experimental testou, em esquema fatorial, dois solos com saturação por bases de 50 e 80%, e 5 doses de cinza. As doses de cinzas foram calculadas a partir do solo com $V = 50\%$, objetivando elevar a saturação por bases em meia, uma vez, uma vez e meia e duas vezes a 70%, além da testemunha sem aplicação. Após 135 dias do plantio avaliou-se o desenvolvimento das plantas; as mudas de goiabeira responderam positivamente à aplicação de cinza, independentemente da reação do solo. O maior desenvolvimento das mudas esteve associado às doses de $1,0$ a $1,2$, e $1,2$ a $1,6 \text{ g vaso}^{-1}$ em solo com $V = 50\%$ e 80% , respectivamente.

Para o plantio definitivo das mudas no campo, deve-se realizar, inicialmente, o sulcamento em linha a $0,40 \text{ m}$ de profundidade por $0,30 \text{ m}$ de largura. Em seguida, faz-se o preparo da cova propriamente dita, com coroamento da muda.

A região abaixo da copa deve ser mantida limpa, por meio de capinas manuais periódicas, ou aplicação de herbicidas. As entrelinhas e a região entre as plantas devem ser apenas manejadas com roçadeira.

A goiabeira responde positivamente à irrigação, havendo, portanto, necessidade de satisfazer às exigências hídricas da planta que, segundo Maranca (1981) é de 1.000 a $1.800 \text{ mm ano}^{-1}$. Pereira *et al.* (2000) observaram que deficiência hídrica de 73 a 119 mm , durante cinco meses consecutivos, foi suficiente para reduzir a produção de frutos de diferentes cultivares de goiabeira, em até 51% do peso da matéria fresca. Bassoi *et al.* (2001a) estimou o K_c em pomar de goiabeira cv. Paluma em formação, cultivada a $6 \times 5 \text{ m}$, na região nordeste (Petrolina - PE), em Argissolo Vermelho-Amarelo (120 g kg^{-1} de argila), irrigado por microaspersão (42% de molhamento da

superfície). Pelos resultados, observaram que o consumo médio de água durante o primeiro ano de cultivo da goiabeira foi de 36,7 L planta⁻¹, aumentando para 46,3 e 45,6 L planta⁻¹ nos segundo e terceiro anos, respectivamente. Assim, o valor do K_c do primeiro ano foi menor que aqueles determinados no segundo e terceiro anos, para as mesmas fases fisiológicas. Os valores de K_c para as fases fisiológicas durante o primeiro, segundo e terceiro anos foram, respectivamente, para (i) o crescimento vegetativo: 0,50; 0,55 e 0,65; (ii) o florescimento: 0,60; 0,65 e 0,75; (iii) o crescimento dos frutos: 0,60; 0,65 e 0,75 e (iv) a maturação e colheita: 0,60; 0,80 e 0,70. Ressalta-se que os valores do K_c indicados anteriormente foram obtidos, considerando-se a ETo estimada pelo método do tanque classe A. A eficiência de aplicação é estimada pela porcentagem do total de água injetada pela irrigação, que é considerada útil às plantas (Bernardo, 1995).

A eficiência de aplicação é resultado da maior uniformidade de distribuição da água em toda área horizontal e vertical do volume de solo, explorado pelo sistema radicular da planta, de forma que as perdas superficiais (evaporação) e subsuperficiais (percolação) sejam minimizadas.

A adubação da goiabeira depende do sistema de produção adotado, irrigado ou não irrigado. Para a cultura irrigada, pode-se aproveitar o sistema para a aplicação dos fertilizantes via água de irrigação ou fertirrigação e, em sistema não irrigado, tem-se a adubação via solo; em situações especiais, a adubação foliar é recomendada, especialmente para o fornecimento de micronutrientes.

6.4. Nutrição mineral

6.4.1. Exportação de nutrientes

A Tabela 6.1 apresenta resultados da exportação de nutrientes pelos frutos (polpa e miolo com sementes) da goiabeira (Natale, 1993). Verifica-se que a cv. Rica apresentou extração de macronutrientes como segue: K>N>P>S>Mg = Ca; e de micronutrientes: Mn>Fe>Zn>Cu>B. A cv. Paluma, por sua vez, extraiu macronutrientes na ordem: K>N>P>S = Mg>Ca; e micronutrientes: Zn>Mn = Fe>Cu>B. Nota-se variação maior para os teores de nitrogênio (N) e potássio (K), principais macronutrientes contidos nos frutos, com a cv. Rica apresentando 15,7 g kg⁻¹ de K e 9,8 g kg⁻¹ de N na matéria seca, e a cv. Paluma valores mais baixos, 12,4 g kg⁻¹ de K e 8,6 g kg⁻¹ de N, na matéria seca dos frutos.

Informações sobre a composição química mineral dos frutos fornecem subsídios para adequação do programa de adubação do pomar, e máxima produção eficiente e manutenção da fertilidade do solo. As quantidades de nutrientes exportados, referem-se ao fruto inteiro. Num pomar, produzindo 100 t ha⁻¹, com rendimento da agroindústria de 95%, tem-se como resíduo, aproximadamente 5 t ha⁻¹ de material fresco (27% de umidade). Nesse contexto, Fernandes *et al.* (2002) estudaram a

aplicação do subproduto da agroindústria processadora de goiaba na fertilidade do solo. A análise química do resíduo apresentou os seguintes teores (totais) de nutrientes (em g kg⁻¹): N = 17,2; P = 2,1; K = 2,9; Ca = 1,1 e Mg = 0,9. Os resultados demonstraram que a aplicação do resíduo de sementes (0 até 120 t ha⁻¹ em matéria fresca) aumentou a matéria orgânica ($y = 11,23 + 0,1680x$, $R^2 = 0,98^{**}$) e o K⁺ trocável ($y = 1,15 + 0,0217x$, $R^2 = 0,99^{**}$) do solo, com reflexos na soma de bases e na CTC. Extrapolando os dados para uma aplicação de 60 t ha⁻¹ desse resíduo de sementes frescas (44 t peso seco), poderão ser disponibilizados cerca de 127 kg de K e 64 kg de P, para a cultura no primeiro ano após a aplicação. Além disso, em razão do incremento do teor de matéria orgânica do solo, haverá também um incremento do N disponível, em função da mineralização daquela fração.

Tabela 6.1. Extração de macro e micronutrientes por frutos de goiabira, cv. Rica e Paluma, em áreas experimentais nos municípios de Jaboticabal e São Carlos, Estado de São Paulo.

Nutriente	cv. Rica			cv. Paluma		
	Matéria seca	Matéria fresca		Matéria seca	Matéria fresca	
Macronutriente	g kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹
N	9,80	1,353	66,8	8,6	1,146	84,3
P	1,20	166	8,3	0,9	121	8,9
K	1,57	2,167	107,1	12,4	1,662	122,8
Ca	0,80	110	5,4	0,7	94	6,9
Mg	0,80	110	5,4	0,9	114	8,4
S	1,10	152	7,5	0,9	114	8,4
Micronutriente	mg kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹
B	6	0,83	41	5	0,67	50
Cu	8	1,11	54	11	1,48	109
Fe	15	2,07	98	14	1,88	139
Mn	28	3,87	188	14	1,88	139
Zn	13	1,73	84	15	1,95	144

Adaptada de: Natale, 1993; Natale *et al.*, 2002. Para cálculo, considerou-se que a matéria seca dos frutos representou em média, 13,8 e 13,4% da matéria fresca, para as cv. Rica e Paluma, respectivamente. A produção média de frutos foi de 49,4 and 73,6, t ha⁻¹ para as cv. Rica e Paluma, respectivamente, no terceiro ano de produção.

A remoção de nutrientes do pomar ocorre em virtude das colheitas dos frutos, e também, pelas operações de poda. Em pomares de goiabeiras adultas, são comuns podas drásticas, que podem reduzir expressivamente o volume da parte aérea

(40 a 60%), ou seja, cerca de 24,5 kg de material fresco por planta (7,8 kg de folhas; 2 kg de ramos e 14,7 kg de galhos e frutos pequenos) (Natale, 1997). Assim, estima-se que a cada poda do pomar seriam exportados das plantas cerca de: 7,4; 0,6; 5,9; 6,5; 1,8; 1,4 kg ha⁻¹ N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e 22; e 122; e 207; e 282; e 21 g ha⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, considerando-se material vegetal com 85% de umidade e pomar com 285 plantas ha⁻¹.

6.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Estudando goiabeiras com seis meses de idade, cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon, com omissão de nutrientes, Accorsi *et al.* (1960) descreveram os sintomas das deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S, como segue:

Nitrogênio (N): De acordo com Accorsi *et al.* (1960) as folhas de goiabeiras deficientes em N apresentam conformação normal e limbo com coloração pálido-amarelada uniforme, em lugar do verde típico das folhas de plantas bem nutridas. A nervação é ligeiramente amarelada e sem manchas. A face inferior das folhas apresenta coloração verde menos intensa que a face superior.

Natale *et al.* (1994) realizaram experimentos de campo para estudar os efeitos da adubação nitrogenada em pomares de goiabeira, utilizando plantas da cv. Rica com um ano de idade, durante três anos consecutivos em um Argissolo Vermelho-Amarelo. As goiabeiras responderam à aplicação de N. Durante os três anos, 90% da produção máxima esteve associada aos teores foliares de 23 a 25 g de N kg⁻¹, em folhas amostradas na época de pleno florescimento, e às doses de N = 52, 75 e 120 kg ha⁻¹ nos primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente.

Natale *et al.* (1995b) ampliou a base de investigação num ensaio de campo durante três anos, utilizando plantas da cv. Paluma com um ano de idade, plantadas num Latossolo Vermelho-Amarelo da Região de São Carlos, SP. Os tratamentos constituíram-se, no primeiro ano, das doses de N: 0, 9, 17, 34, 51, 68 e 85 kg ha⁻¹. No segundo e no terceiro anos foram utilizados o dobro e o triplo das doses iniciais de N, respectivamente. Realizaram-se amostragens de folhas no estágio de florescimento da cultura, bem como avaliação da produção, mediante contagem e pesagem de frutos na colheita. Foram observadas respostas positivas da produção, apenas no terceiro ano do ensaio, com aumento linear dessa em função da dose de N. Considerando o intervalo de fertilizante aplicado, 90% da produção máxima observada, esteve associada à dose de N = 178 kg planta⁻¹ e ao teor de N foliar = 22,2 g kg⁻¹. Ainda, a resposta da goiabeira à fertilização nitrogenada demonstrou efeito significativo sobre a qualidade de frutos. Doses excessivas de N tendem a diminuir o tamanho do fruto, inversamente ao número de frutos fixados pela planta, e comprometer seriamente o valor de comercialização no mercado *in natura* (Fig.1, adaptado de Natale *et al.*, 1995).

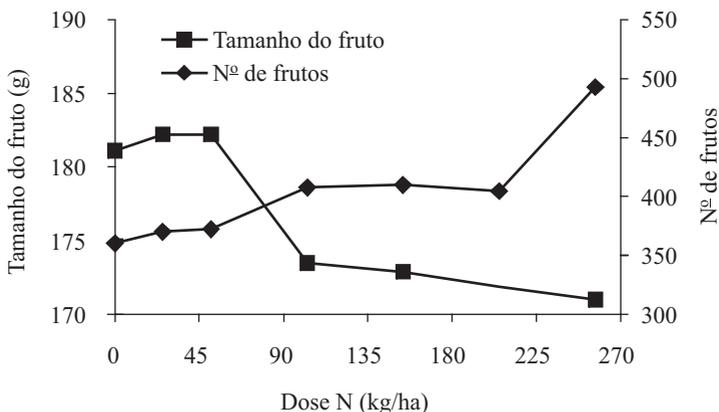


Fig. 6.1. Efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade de frutos da goiabeira.

Fósforo (P): Segundo Accorsi et al. (1960), goiabeiras deficientes em P apresentam a face superior do limbo foliar com coloração escarlate, que progride do ápice à base e das margens até às vizinhanças da nervura principal, permanecendo verde apenas na porção adjacente à nervura. No estágio mais severo da deficiência, toda a superfície do limbo torna-se roxa. Observando-se a folha contra a luz, verifica-se que as nervuras secundárias são claras (transparentes), ao passo que as vênulas extremas, em forma de arcos, mostram-se ligeiramente arroxeadas. A face inferior da lâmina apresenta fundo escuro, proveniente da coloração escarlate da face superior, quando examinada contra a luz; a conformação da folha é normal.

Estudos sobre a resposta da goiabeira à adubação fosfatada são poucos. Corrêa et al. (2003) avaliaram o desenvolvimento de mudas de goiabeira em resposta às doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. As mudas foram transplantadas em conjuntos de vasos (sacos plásticos de 18 x 28 cm) geminados, contendo em cada lado 2,8 dm³ do subsolo de um Argissolo (P-resina = 1 mg dm⁻³), de modo que cada metade do sistema radicular ficasse em um vaso. As doses de 70; 140 e 280 mg dm⁻³ de P, na forma de superfosfato triplo, foram aplicadas ao solo em duas maneiras (distribuído em todo o volume do solo, ou localizado na camada superior a 1/3 da altura do vaso) e dividindo-se a dose igualmente entre os dois vasos do conjunto, ou aplicando-se a dose total em um único vaso. As mudas de goiabeira responderam positivamente à adubação fosfatada, sendo a dose de P próxima de 100 mg dm⁻³ de solo suficiente para o bom desenvolvimento das plantas. Doses de P acima de 200 mg dm⁻³ promoveram redução do crescimento das mudas de goiabeira. A localização do fertilizante na parte superior, ou em todo o volume de solo do vaso, não afetou o suprimento de P às mudas, e tampouco o desenvolvimento vegetativo. A aplicação

do adubo fosfatado distribuído em todo o volume de solo no vaso, proporcionou maior desenvolvimento do sistema radicular e menor desenvolvimento da parte aérea das mudas, comparado à aplicação localizada na superfície.

Os efeitos da calagem e da aplicação de fósforo no desenvolvimento de mudas de goiabeira foram avaliados por Natale *et al.* (2000) num ensaio do tipo fatorial 4 x 4. Foram empregadas doses crescentes de calcário e de adubo fosfatado, observando-se os efeitos no solo, na produção de matéria seca e no desenvolvimento das plantas. Verificou-se que a calagem e a adubação fosfatada elevaram os teores trocáveis de Ca e Mg, a saturação por bases e o pH do solo. Nas plantas, a aplicação provocou elevação dos teores de Mg e P e diminuição de Mn e Zn da matéria seca. De maneira geral, as doses de calcário (1,2 g dm⁻³) e de fósforo (200 mg dm⁻³) foram suficientes para atingir maiores pesos de matéria seca das mudas de goiabeira.

Natale *et al.* (2001) conduziram um ensaio de campo, para estudar os efeitos da adubação fosfatada na cultura da goiabeira, durante três anos agrícolas, utilizando plantas da cv. Paluma com um ano, plantadas num Latossolo Vermelho-Amarelo da Região de São Carlos, SP. O delineamento experimental, em blocos casualizados, testou sete doses de P₂O₅: 0, 9, 17, 34, 51, 68 e 85 kg ha⁻¹, no primeiro ano. No segundo e terceiro anos, aplicaram-se o dobro das doses iniciais de P₂O₅. Os resultados demonstraram a elevação do teor de P no solo das parcelas que receberam doses mais altas de fertilizante. Não houve, porém, efeito da adubação sobre o teor foliar do elemento, ou sobre a produção de frutos. Resultado semelhante foi obtido por Natale (1999) com a cv. Rica.

Considerando a resposta pouco significativa da aplicação de P para plantas adultas, Natale *et al.* (1999) estudaram se a aplicação de P via foliar, juntamente com o tratamento fitossanitário da goiabeira, poderia ser eficiente. Para observar a dinâmica do P pulverizado, aplicou-se, no terceiro par de folhas de mudas de goiabeira, uma solução aquosa de fosfato monoamônico (MAP) à 2% com uma atividade específica de ³²P igual a 0,15 µCi mL⁻¹. A absorção de P foi máxima aos 20 dias após a aplicação, correspondendo a 12% do total aplicado. Aproximadamente 20% do P absorvido pelas folhas, foi redistribuído na planta, especialmente nas partes mais novas.

Em função dos resultados anteriores, Natale *et al.* (2002b) realizaram experimento, em condições de campo, com fósforo aplicado via foliar em goiabeiras cv. Paluma adultas, durante três anos consecutivos. As doses empregadas foram 0, 0,5, 1,0 e 2% de P₂O₅ na forma de MAP aplicadas via foliar e uma testemunha (200 g planta⁻¹ de P₂O₅ via solo). Apesar de ter havido alteração da concentração de P no solo e nas folhas da goiabeira, a produção não foi afetada.

Potássio (K): De acordo com Accorsi *et al.* (1960), goiabeiras cultivadas em condições de carência de K, exibem nas folhas, numerosas manchas marrons,

pequenas, aglomeradas, com forma e contorno variáveis. Essas manchas distribuem-se pelo limbo foliar, a partir dos bordos, em direção à nervura principal, mais concentradas na porção mediana superior do limbo, resultando um aspecto pintalgado. Sobre a nervura principal, e em muitas secundárias, há manchas menores. Com a evolução da deficiência, as manchas se fundem, principalmente na periferia, formando manchas maiores, mais escuras, que dão início à necrose de tecido. Pequenas áreas do limbo permanecem verdes. A face inferior do limbo, em correspondência com as manchas da página superior, mostra coloração marrom-avermelhada. As folhas ostentam uma coloração avermelhada.

Em experimento de campo, com a aplicação de K_2O nas doses de: 0, 9, 17, 34, 51, 68 e 85 $kg\ ha^{-1}$, no primeiro ano, o dobro no segundo, e o triplo no terceiro ano do estudo, verificou-se que a produção de frutos aumentou com o incremento das doses de K no terceiro ano; 90% da produção máxima estimada esteve associada ao teor foliar de K de 16,2 $g\ kg^{-1}$ e à concentração de K-trocável no solo de 0,75 $mmol\ dm^{-3}$, que corresponderam à aplicação de $K_2O = 82\ kg\ ha^{-1}$ (Natale *et al.*, 1996c).

Em ensaio semelhante ao anterior, porém, com goiabeiras da cv. Rica, os resultados indicaram para o terceiro ano, que 90% da produção máxima esteve associada ao teor foliar de K de 18,9 $g\ kg^{-1}$ e à dose de K_2O de 150 $kg\ ha^{-1}$ (Natale *et al.*, 1996b).

Cálcio: O efeito do Ca na organização da lamela média, pode influenciar a textura, a firmeza e a maturação dos frutos, reduzindo a taxa de degradação da vitamina C, de produção de etileno e CO_2 e a incidência de doenças pós-colheita. O aumento do Ca no fruto de goiaba promove maior firmeza do fruto e redução da perda de água (Fig. 6.2; Prado *et al.*, dados não publicados), levando à melhor qualidade do fruto, e maior período de armazenamento na pós-colheita.

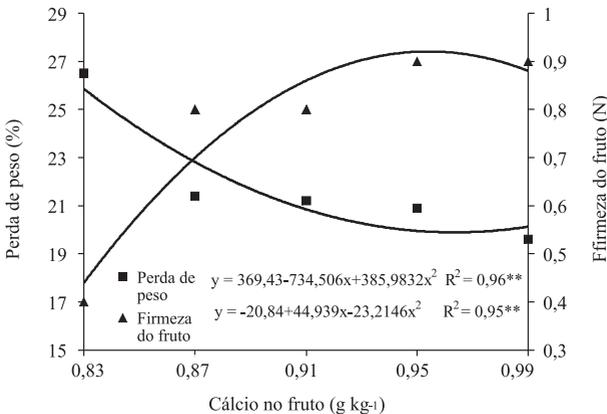


Fig. 6.2. Relação entre o teor de cálcio na polpa do fruto, a perda de peso e a firmeza de goiabas, após oito dias de armazenamento, em temperatura ambiente.

Magnésio (Mg): Folhas de goiabeiras cultivadas em condições de omissão de Mg apresentam, na página superior, duas séries de manchas amarelas, paralelas à nervura principal, uma de cada lado; cada mancha situa-se entre duas nervuras secundárias, sendo limitada pela nervura principal. As séries começam na base do limbo e terminam à pequena distância do ápice. Além dessas manchas ocorrem, ainda, numerosas outras marrons, de tamanho, forma e contornos variáveis, às quais, às vezes se fundem. Na página inferior a mesma sintomatologia da superior, porém, as manchas citadas são menos nítidas. A nervura principal é verde-clara (Accorsi *et al.* 1960).

Prado (2003) observou resposta positiva da goiabeira em fase inicial de produção à aplicação de Mg, como calcário dolomítico. Há relação significativa entre os teores de Mg foliar (g kg^{-1}) e a produção de frutos de goiabeira (t ha^{-1}), como segue: produção = $-132,4 + 136,9 \text{ Mg}_{\text{foliar}} - 26,4 \text{ Mg}_{\text{foliar}}^2$; $R^2 = 0,80^{**}$.

Enxofre (S): Segundo Accorsi *et al.* (1960), a deficiência de S em goiabeiras, caracteriza-se pela ocorrência de manchas necróticas que variam de forma, tamanho, contorno e número, localizadas, principalmente na porção mediana inferior do limbo. Essas manchas são mais nítidas quando se examina a folha contra a luz. A coloração é arroxeadada em quase toda a extensão da nervura principal (exceção dos extremos, nessa fase dos sintomas) e nas nervuras secundárias (exceto as da região basal e apical do limbo). As áreas internervais se apresentam com coloração verde-citrina uniforme. Na face inferior, a lâmina foliar, além de ser pouco mais clara que a superior, percebe-se manchas cloróticas, embora pouco nítidas. Somente as nervuras secundárias revelam um roxo mais claro que o da face superior. A nervura principal apresenta coloração normal.

Considerando a carência de informações sobre a resposta da goiabeira à aplicação de micronutrientes, alguns estudos avaliaram o efeito de micronutrientes em mudas de goiabeira. Natale *et al.* (2002c) avaliaram o efeito da aplicação de Zn ao substrato de produção das mudas de goiabeira, acompanhando os efeitos no desenvolvimento, na produção de matéria seca e no estado nutricional das plantas. As doses de Zn, na forma de sulfato de zinco, foram: 0; 2; 4; 6 e 8 mg dm^{-3} . O experimento foi conduzido em viveiro telado, em vasos com 2,8 dm^3 de substrato de um Argissolo Vermelho-Amarelo. Após 135 dias do plantio avaliaram-se a altura, a área foliar e a matéria seca da parte aérea e das raízes, bem como os teores de macronutrientes e de Zn. As mudas de goiabeira responderam positivamente à aplicação do nutriente. O maior desenvolvimento das mudas esteve associado à dose de 2 mg dm^{-3} . Doses iguais ou superiores a 4 mg dm^{-3} causaram redução significativa no desenvolvimento e no acúmulo de macronutrientes nas mudas de goiabeira.

Os micronutrientes são importantes na nutrição das plantas, especialmente em solos tropicais. Como fonte alternativa de micronutrientes tem-se a escória de siderurgia,

resíduo industrial da produção de ferro-gusa e aço. Prado *et al.* (2002) avaliaram a escória como fonte de micronutrientes para mudas de goiabeira. As doses de escória foram aplicadas, objetivando elevar em meia, uma vez, uma vez e meia, duas vezes e duas vezes e meia a saturação por bases do solo igual a 70%, correspondendo a 1,68; 3,36; 5,04; 6,72 e 8,40 g vaso⁻¹, além da testemunha sem aplicação. Após 90 dias de incubação da escória com o Argissolo Vermelho-Amarelo, cultivaram-se mudas de goiabeira (cv. Paluma) por 110 dias em vasos com 2,8 dm³ de substrato, em viveiro telado. A escória promoveu efeitos favoráveis na reação do solo, e nas disponibilidades de Zn, Cu, Mn e B do solo. Houve efeitos quadráticos nas concentrações de Zn, Cu e Mn do solo que, por sua vez, estiveram associadas às doses de escória superiores a 5,8; 6,3 e 7,5 g vaso⁻¹, respectivamente, enquanto, para o B, esse efeito foi linear. A saturação por bases do solo, entre 51 e 55%, resultou em maior disponibilidade dos micronutrientes Zn, Cu e Mn no solo, ao passo que, para o B, esse valor foi de 65%. Da mesma forma que ocorreu no solo, a aplicação da escória apresentou efeitos quadráticos nos teores de Zn, Cu e Mn na parte aérea e das raízes das mudas de goiabeira enquanto, para o B, esse efeito foi linear. Concluiu-se, portanto, que a escória comportou-se como material corretivo da acidez, e como fonte de micronutrientes para as mudas de goiabeira.

6.4.3. Análise foliar

A análise foliar é ferramenta de diagnóstico importante, que juntamente com a análise de solo, possibilita o acompanhamento do programa de manejo de adubação do pomar. No caso da goiabeira, a época de amostragem foliar é a do florescimento da cultura, o que permite, se necessário, eventuais correções na adubação que é realizada após esse período. A amostragem de folha deve ser feita, agrupando-se talhões com características semelhantes quanto a cultivar, idade, produtividade, manejo do pomar, em áreas com solos homogêneos. As folhas-diagnose são as recém-maduras, correspondendo ao terceiro par, a partir da extremidade do ramo. No Estado de São Paulo, a amostragem é realizada no período de pleno florescimento, nos meses de setembro-outubro, variando, porém, com diversos fatores, em especial com o início das chuvas ou com a época da poda. Recomenda-se a coleta de quatro folhas por planta, em pelo menos 25 árvores por talhão, para compor uma amostra (Natale, 1993; Natale *et al.*, 1996a; Natale *et al.*, 2002a).

Os teores foliares de nutrientes considerados adequados para as cv. Rica e Paluma de goiabeira, essa última a mais plantada no Brasil, são apresentados na Tabela 6.2. Esses valores diferem em parte daqueles recomendados por Quaggio *et al.* (1996), cujas faixas adequadas (N = 13 a 16; P = 1,4 a 1,6; K = 13 a 16; Ca = 9 a 15; Mg = 2,4 a 4,0 g kg⁻¹) não discriminam diferenças varietais.

O estágio fenológico da planta é um dos fatores que interfere na concentração, e no acúmulo de nutrientes nas partes das árvores. Assim, em função de cada fenofase,

existirá um teor adequado de macro e micronutrientes. Dessa forma, os estudos de marcha de absorção objetivam conhecer cada estágio fenológico, correlacionando-o com os nutrientes no órgão amostrado. Por intermédio desses estudos é possível prever a época (ou épocas) de maior exigência nutricional da planta. Apesar dessa importância, não existem estudos de marcha de absorção para a goiabeira. Há alguns fatores inerentes ao sistema de produção dessa fruteira e características da própria planta, que poderiam explicar essa situação. Na fase de desenvolvimento das mudas, a goiabeira é propagada por estaca herbácea e, durante a fase de formação e produção, um acondicionamento rigoroso da planta em recipientes, para realizar esse tipo de estudo, poderia não reproduzir a situação real de campo, visto que o sistema radicular da goiabeira é robusto, atingindo profundidades consideráveis no perfil do solo.

Tabela 6.2. Teores de macro e micronutrientes considerados adequados para goiabeira a partir do terceiro ano de idade, determinados em folhas coletadas durante o período de pleno florescimento da cultura.

Nutriente	cv. Rica	cv. Paluma
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----	
N	22-26	20-23
P	1,5-1,9	1,4-1,8
K	17-20	14-17
Ca	11-15	7-11
Mg	2,5-3,5	3,4-4,0
S	3,0-3,5	2,5-3,5
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----	
B	20-25	20-25
Cu	10-40	20-40
Fe	50-150	60-90
Mn	180-250	40-80
Zn	25-35	25-35

Fonte: Natale *et al.*, 1996; Natale *et al.*, 2002.

6.5. Adubação

6.5.1. Adubação na fase de plantio

As doses de fertilizantes fosfatados a serem aplicadas dependem do teor de fósforo no solo. Tendo em vista a baixa mobilidade desse elemento, deve-se aproveitar as covas ou sulcos para adicioná-lo em profundidade.

Na cova de plantio, deve-se adicionar 20 a 30 L de composto orgânico, como esterco de curral curtido (ou a terça parte de esterco de galinha) e o fertilizante fosfatado, conforme indicação da Tabela 6.3 (Natale *et al.*, 1996a). Além disso, é oportuna

a aplicação de micronutrientes, especialmente B (1 g por cova) e Zn (2 g por cova). Assim, o composto orgânico, o fertilizante fosfatado e os micronutrientes devem ser misturados à terra de enchimento da cova, cerca de 30 dias antes do plantio das mudas.

Tabela 6.3. Adubação fosfatada para implantação de pomar de goiabeiras, de acordo com o teor de fósforo do solo.

P-resina (mg dm ⁻³)	Dose de P ₂ O ₅ (g cova ⁻¹)
<6	180
6-12	140
13-30	100
>30	60

Fonte: Natale *et al.*, 1996a.

6.5.2. Adubação na fase de formação

A adubação de formação deve ser realizada do pegamento das mudas até a idade de três anos. A adubação recomendada está baseada na análise de solo, na cultivar e na idade da planta em formação (Tabela 6.4).

Tabela 6.4. Recomendação de adubação para goiabeiras em formação, por idade, por cultivar e em função da análise do solo.

Idade	N	P-resina (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol _c dm ⁻³)			
		<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Ano	g planta ⁻¹	----- P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹) -----				----- K ₂ O (g planta ⁻¹) -----			
cv. Rica									
0-1	120	0	0	0	0	120	90	60	30
1-2	240	120	80	40	0	240	180	120	60
2-3	480	240	160	80	0	480	360	180	90
cv. Paluma									
0-1	100	0	0	0	0	100	80	50	30
1-2	200	100	50	30	0	200	150	100	50
2-3	400	200	100	60	0	400	300	150	80

Fonte: Natale *et al.*, 1996a.

As quantidades de fertilizantes a serem aplicadas, com base nas fontes comerciais disponíveis, devem obedecer às épocas de parcelamento, e a localização constantes nas Tabelas 6.5 e 6.6. Salienta-se que essas recomendações foram determinadas com base em sistemas de produção de goiabeira, sem irrigação e, assim, pode-se utilizar as mesmas recomendações para pomares em formação com até dois anos, em fertirrigação. Ressalta-se, que Bassoi *et al.* (2001b), estudando a distribuição do sistema radicular da goiabeira em formação cultivada em um Argissolo (argila = 120 g kg⁻¹), verificaram que a maior concentração de raízes (>70%) aumentou com a idade da planta, ou seja, até aos 6; 12; 18 e 34 meses, a distância efetiva das raízes foi de: 20; 40; 60 e 100 cm, respectivamente. Os autores acrescentaram, ainda, que a profundidade efetiva das raízes de 80 cm ocorreu a partir de 18 meses, após o plantio. Essas informações podem ser úteis para orientar o manejo da irrigação, no tocante ao local de instalação dos aspersores e dos tensiômetros, assim como para a localização da fertilização, ao longo do ciclo de cultivo da cultura. Entretanto, salienta-se que esse padrão de distribuição das raízes da goiabeira, pode ser variável com a variedade, e as condições edafoclimáticas da região de cultivo.

Em pomares com mais de dois anos, empregando fertirrigação, devem ser feitos ajustes, com maior número de parcelamentos da adubação, conforme será apresentado mais adiante.

O parcelamento dos nutrientes é, também muito importante em sistemas de fertirrigação. Silva *et al.* (2000) estudaram a dinâmica do potássio em sistema de fertirrigação, notando que para as doses recomendadas para uma dada região e as inferiores, uma frequência de irrigação maior (três dias), aumentou a concentração do íon K na solução do solo. Entretanto, em doses acima da recomendada (50%) essa frequência de irrigação levou à menor concentração de K. Concluíram, portanto, que em fertirrigação o manejo racional da irrigação e fertilização é tão importante quanto às quantidades de adubo aplicadas.

Desse modo, uma frequência de fertirrigação muito alta, implica em aumento da dose do fertilizante, podendo predispor o nutriente às perdas por lixiviação. Em Regiões como o Sudeste do Brasil, que se caracteriza pela concentração de chuvas em um período curto do ano, essa perda de nutrientes, poderá ser ainda mais acentuada.

Além da adubação N, P e K, deve-se considerar os micronutrientes, especialmente B e Zn, em razão da pobreza desses elementos, ser comum em solos tropicais, além das exportações pelos frutos. Assim, é necessária uma adubação de segurança, que pode ser feita com duas aplicações foliares (Tabela 6.5), aproveitando-se, eventualmente, a aplicação de defensivos (inseticidas, fungicidas, entre outros). Destaca-se o valor da análise foliar para um adequado acompanhamento das exigências nutricionais da planta, também em relação aos micronutrientes.

É importante suspender a irrigação pelo menos 30 dias antes da poda de frutificação, com o objetivo de submeter a planta ao estresse hídrico.

Tabela 6.5. Solução de micronutrientes (boro e zinco) para aplicação foliar em goiabeiras.

Fonte do nutriente	Concentração	Quantidade por 100 L de água	Época de aplicação	
			1 ^a	2 ^a
	%	g		
Ácido bórico	0,06	60	Setembro	Novembro
Sulfato de zinco	0,5	500		

Adaptado de: Natale *et al.*, 1996.

Tabela 6.6. Recomendação de adubação de goiabeiras em produção, por cultivar, por produtividade e em função da análise do solo.

Produção	N ⁽¹⁾	P-resina (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾			
		<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----				----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----			
cv. Rica									
<40	210	60	45	15	0	210	140	70	35
40-60	230	60	45	15	0	270	200	100	60
60-80	290	70	60	30	0	330	240	145	85
>80	340	90	70	45	0	390	290	190	115
cv. Paluma									
<60	230	45	30	15	0	230	145	85	45
60-80	290	45	30	15	0	315	230	115	70
80-100	340	60	45	30	0	370	270	170	100
>100	400	70	60	45	0	430	330	230	115

⁽¹⁾Quando o teor foliar de N for superior a 26 g kg⁻¹ (cv. Rica) ou a 23 g kg⁻¹ (cv. Paluma), reduzir a adubação nitrogenada, não colocando N no último parcelamento.

⁽²⁾Quando o teor foliar de K for superior a 19 g kg⁻¹ (cv. Rica) ou a 17 g kg⁻¹ (cv. Paluma), reduzir a adubação com K, não colocando o adubo no último parcelamento.

Fonte: Natale *et al.*, 1996a.

6.5.3. Adubação na fase de produção

As diferenças entre a adubação convencional e a fertirrigação devem ser consideradas, especialmente no período de produção da planta. Nessa fase, as árvores apresentam maior atividade fisiológica e, como consequência, maior

exigência nutricional. As pesquisas com calibração e a determinação das exigências nutricionais das goiabeiras, bem como as recomendações de fertilizantes, provêm de experimentação na ausência de irrigação. Com o uso da fertirrigação, tem-se alterações no sistema solo-planta, necessitando de ajustes nas recomendações de adubação.

Os fatores que poderiam indicar aumento das doses, estariam relacionados à planta e ao clima do Brasil, especialmente no Estado de São Paulo. Quanto ao fator planta, tem-se que a irrigação levaria a um aumento potencial da produção de frutos, com maior exigência nutricional. Os sistemas de irrigação, especialmente o localizado, teriam um “efeito de confinamento” do sistema radicular das plantas, em local úmido, inibindo a expansão das raízes. Como conseqüência, haveria necessidade de aumentar a concentração dos nutrientes no solo, para compensar esse comportamento das raízes. O segundo fator, o clima, característico da região paulista, com elevada precipitação em curto período de tempo, indica maiores perdas por lixiviação, especialmente dos nutrientes móveis no solo. Zanini (1991) acompanhou a concentração de K em fertirrigação por gotejamento, no bulbo molhado, onde realizou amostragem do solo 24 h após a fertirrigação, e outra amostragem após seis irrigações sucessivas, apenas com água, observando redução na concentração do K entre 58 e 66 % na camada de 0 a 40 cm de profundidade.

As áreas irrigadas, com aplicação localizada (gotejamento e microaspersão), podem afetar a distribuição de raízes, indicando que a fertirrigação é a alternativa mais adequada de aplicação de fertilizantes ao solo. Assim, todo o volume de solo explorado pelas raízes absorventes (especialmente as finas e muito finas) recebe os nutrientes, permitindo a absorção por um maior número de raízes, enquanto na aplicação via solo, a certa distância do tronco da planta, apenas parte do sistema radicular tem acesso aos nutrientes, sendo pois necessária uma quantidade maior para a mobilização dos elementos e a absorção dos mesmos (Coelho *et al.*, 2001). Além disso, a possibilidade do fornecimento de água e nutrientes em conjunto, pode satisfazer à exigência nutricional da planta, em qualquer fase do ciclo de produção, permitindo maior número de parcelamentos e, conseqüentemente, aumento da eficiência de uso dos fertilizantes.

Assim, até que a experimentação mostre resultados conclusivos, a recomendação de adubação para fertirrigação deve considerar os aspectos do sistema solo-planta, para uma região de produção conhecida. Especificamente, para a goiabeira inexistem resultados de pesquisa de longa duração, que permitam a definição da recomendação em fertirrigação para a cultura. Entretanto, ajustando-se os resultados de pesquisa de exigência nutricional dessa fruteira, em condições de sequeiro e, aliando-se às informações fitotécnicas da cultura, e mesmo de outras frutíferas fertirrigadas, é possível realizar uma primeira aproximação para recomendação da fertirrigação em goiabeiras.

A adubação de produção da goiabeira deve ser realizada a partir do quarto ano de implantação do pomar, quando as plantas entram em plena fase produtiva. A adubação, nessa ocasião, visa ao atendimento das exigências nutricionais da cultura, tanto para a manutenção, como para a exportação de elementos pelos frutos e à qualidade dos mesmos.

A aplicação de fertilizantes deve considerar as necessidades nutricionais da planta, avaliadas por meio de análises de solo e folhas, anualmente. As doses de adubo devem ser adequadas às características do pomar, considerando-se a cultivar, idade das plantas, manejo da área e expectativa de produção.

Entre os objetivos dessa recomendação está a indicação da adubação que atenda, além do aspecto técnico, também o econômico, de maneira a se obter a máxima produtividade com o mínimo de custos. Salienta-se, ainda, que para utilizar esse programa de adubação, em fertirrigação, é necessário o uso otimizado de outras tecnologias (podas e irrigação controlada), no sentido de maximizar o período de produção da goiabeira, atingindo-se três colheitas a cada dois anos.

A Tabela 6.6 indica as doses de N, P₂O₅ e K₂O a serem utilizadas no pomar, com base na análise de solo e de folhas e, expectativa de produção, conforme resultados experimentais obtidos por Natale (1993), Natale *et al.* (1994, 1995, 1996a, b, c). As diferenças varietais são contempladas na recomendação da adubação, em função do potencial de produção distinto, observado para as cv. Rica e Paluma, essa última a mais plantada no Brasil.

O parcelamento da adubação de produção, em fertirrigação, deve ser iniciado um mês antes da poda, com o objetivo de suprir os fluxos vegetativos e, também, a demanda de nutrientes para formar a produção futura da cultura. Considera-se o período da poda até a colheita cerca de seis meses, de acordo com as condições edafoclimáticas da região e a cultivar utilizada. Portanto, a adubação de produção deve ser parcelada a cada 30 dias durante sete meses.

6.6. Referências

- Accorsi, W.R., H.P. Haag, F.A.F. Mello, and M.O.C.B. Brasil Sobrinho. 1960. Sintomas externos (morfológicos) e interno (anatômicos), observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas em solução nutritiva em carência dos macronutrientes. Anais da Esalq 17:3-13.
- Almeida, M.L.P. 1999. Efeito da adubação nitrogenada antes da poda de frutificação sobre indicadores fenológicos e de produção da goiabeira. Viçosa. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.
- Avilan, L. 1988. El ciclo de vida productivo de los frutales de tipo arbóreo em médio tropical y sus consecuencias agroecológicas. Fruits 43:517-529.

- Bassoí, L.H., A.H.C. Teixeira, J.A.M. Silva, E.E.G. Silva, M.N.L. Ferreira, J.L.T. Maia, and E.L. Targino. 2001a. Consumo de água e coeficiente de cultura da goiabeira irrigada por microaspersão. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 4p. (Comunicado Técnico, 112).
- Bassoí, L.H., J.A.M. Silva, E.E.G. Silva, M.N.L. Ferreira, J.L.T. Maia, and E.L. Targino. 2001b. Informações sobre a distribuição das raízes da goiabeira para o manejo de irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 4p. (Comunicado Técnico, 111).
- Bernardo, S. 1995. Manual de irrigação. 6ª ed. Viçosa: UFV, 657p.
- Coelho, E.F., F.C. Oliveira, E.C.E. Araújo, L.F.L. Vasconcelos, and D.M. Lima. 2001. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:250-256.
- Corrêa, M.C.M. 2004. Calagem em pomares de goiabeiras em produção e, em colunas de solo. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.
- Corrêa, M.C.M., R.M. Prado, and W. Natale. 2003. Resposta de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25:164-169.
- Fernandes, G.C., M.C.M. Corrêa, R.M. Prado, W. Natale, and M.A.C. Silva. 2002. Uso agrônômico do resíduo da indústria processadora de goiaba. *In: Congresso brasileiro de Olericultura, 42., Congresso Latino-Americano de Horticultura, 11.* 2002. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Horticultura/UFU, Resumos expandidos, Uberlândia. 2002. CD-ROM (Suplemento 2).
- Foy, C.D. 1984. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soils. p. 57-98. *In: F. Adams (ed.) Soil Acidity and Liming.* 2nd ed. Madison: ASA.
- Goiabrás. 2004. Panorama da goiabicultura no Brasil. Brotas: Guava News 2, 2.
- Maranca, G. 1981. Fruticultura comercial: Mamão, goiaba e abacaxi. São Paulo: Nobel, 118p.
- Menzel, C.M. 1985. Guava: An exotic fruit with potential in Queensland. *Queensland Agricultural Journal, Brisbane* 3:93-98.
- Natale, W. 1993. Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos. Piracicaba. 149p. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.
- Natale, W. 1997. Goiabeira: Extração de nutrientes pela poda. *In: Simpósio brasileiro sobre a cultura da goibeira, 1.* Jaboticabal, 1997. Anais. Jaboticabal: FCAV/UNESP.
- Natale, W. 1999. Resposta da goiabiera à adubação fosfatada. Jaboticabal, 1999. 132p. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.

- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, and F.M. Pereira. 1994. La fertilisation azotée du goyavier. *Fruits* 49:205-210.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, F.M. Pereira, A.E. Boaretto, A.A.P. Oioli, and L. Sales. 1995. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 17:7-15.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, and F.M. Pereira. 1996a. Goiabeira: Calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 22p.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, and F.M. Pereira. 1996b. Effect of potassium fertilization in 'Rica' guava (*Psidium guajava*) cultivation. *Indian Journal of Agricultural Science* 66:201-207.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, F.M. Pereira, A.A.P. Oioli, and L. Sales. 1996c. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 20:247-250.
- Natale, W., A.E. Boaretto, and T. Muraoka. 1999. Absorption et redistribution de ³²P appliqué sur feuille de goyavier. *Fruits*, Paris-França 54(1):23-29.
- Natale, W., J.F. Centurion, F.P. Kaneagae, F. Consoline, and I. Andrioli. 2000. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada na produção de mudas de goiabeira. *Revista de Agricultura* 75:247-261.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, and J.F. Centurion. 2001. Resposta da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma em formação à adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23:92-96.
- Natale, W., E.L.M. Coutinho, A.E. Boaretto, and F.M. Pereira. 2002a. Nutrients foliar content for high productivity cultivars of guava in Brazil. *Acta Horticulturae* 594:383-386.
- Natale, W., A.E. Boaretto, E.L.M. Coutinho, and D.A. Banzatto. 2002b. Phosphorus foliar fertilization in guava trees. *Acta Horticulturae* 594:171-177.
- Natale, W., R.M. Prado, M.C.M. Corrêa, M.A.C. Silva, and L. Pereira. 2002c. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24:770-773.
- Pereira, F.M., B.J.P. Ferrato, and S.N. Kronka. 1982. Comportamento e seleção preliminar de nove cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) na região de Jaboticabal 25:253-258. *In: Proceedings of the tropical region. American Society for Horticultural Science, Campinas.*
- Pereira, W.E., F.A.A. Couto, D.L. Siqueira, C.H. Brunckner, P.R. Cecon, and R.S. Barros. 2000. Rendimento e algumas características físico-químicas dos frutos de seis variedades de goiabeira desenvolvidos em condições de déficit hídrico. *Revista Ceres* 47:349-362.
- Prado, R.M. 2003. Efeitos da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira. 68p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.
- Prado, R.M., M.C.M. Corrêa, A.C.O. Cintra, W. Natale, and M.A.C. Silva. 2002. Liberação de micronutrientes de uma escória de siderurgia aplicada em um

- Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Revista Brasileira de Fruticultura 24:536-542.
- Prado, R.M., M.C.M. Corrêa, A.C.O. Cintra, and W. Natale. 2003a. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. Revista Brasileira de Fruticultura 25:160-163.
- Prado, R.M., M.C.M. Corrêa, L. Pereira, A.C.O. Cintra, and W. Natale. 2003b. Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira: Efeito no crescimento e na produção de matéria seca. Revista de Agricultura 78:25-35.
- Prado, R.M., and W. Natale. 2004. Uso da grade aradora superpesada, pesada e arado de disco na incorporação de calcário em profundidade e na produção do milho. Engenharia Agrícola 24:167-176.
- Quaggio, J.A., B. van Raij, and C.T. Piza Jr. 1996. Frutíferas. In: B. van Raij, H. Cantarella, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani (ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. p. 121-125. 2nd ed. Campinas: Instituto Agrônômico and Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100).
- Raij, B. van, H. Cantarella, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani (ed.). 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2nd ed. Campinas, Instituto Agrônômico and Fundação IAC, 255p. (Boletim Técnico, 100).
- Silva, E.F.F., G.R. Anti, Q.A.C. Carmello, and S.N. Duarte. 2000. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. Scientia Agrícola 57(4):785-789.
- Zanini, J.R. 1991. Distribuição de água e do íon K⁺ no solo, aplicado por fertirrigação em gotejamento. II- Teores de K⁺ no bulbo molhado. ITEM– Irrigação e tecnologia moderna 46:24-38.

7. Mangueira

Carlos Alberto de Queiroz Pinto¹

Davi José Silva²

Paulo Augusto da Costa Pinto³

7.1. Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à família Anacardiaceae, originária do Sul da Ásia, mais precisamente da Índia e do Arquipélago Malaio, onde é cultivada há mais de 4.000 anos, com milhares de plantações e cultivares. O número de espécies do gênero *Mangifera* é controverso. Mukherjee, (1985) descreve 35 espécies, enquanto que Bompard (1993) relata a existência de 69, sendo a *Mangifera indica* do ponto de vista comercial, a mais importante.

No Brasil, são encontrados grandes plantios com mangueiras sexualmente propagadas (pés francos), e extensivamente cultivadas, mostrando uma intensa variabilidade genética resultante de cruzamentos, intra e interespecíficos, de duas raças introduzidas pelos portugueses. A raça indiana, de frutos oblongos a arredondados, casca geralmente vermelha e sementes monoembriônicas, representada pelas cultivares “Flórida Tommy Atkins”, “Haden” e outras; a raça filipínica de frutos compridos, casca de coloração amarela a verde, sementes poliembriônicas, normalmente usadas como porta-enxertos.

A inflorescência da mangueira é do tipo polígama, geralmente do tipo terminal, embora possam, também emergir panículas laterais (Campbell e Mallo, 1974), com um número de flores variando de 500 a 4000 por panícula. O fruto é uma drupa cuja polpa é rica em açúcares, baixo teor de acidez e quantidades consideráveis de vitamina A (2,75 a 8,92 mg 100g⁻¹ de polpa), vitamina C (5 a 178 mg 100g⁻¹ de polpa), tiamina (B1) e niacina (Alves *et al.*, 2002).

O sistema radicular pivotante é bastante longo, com raízes e radículas laterais em pequenas quantidades, porém as raízes finas constituem 77% do sistema radicular, e

¹ Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 403, CEP 73301-970, Planaltina-DF, Brazil. E-mail: davi@cpatsa.embrapa.br.

² Embrapa Semi-Árido, BR 428, km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, CEP 56300-970, Petrolina, PE, E-mail: davi@cpatsa.embrapa.br.

³ UNEB – Av. Edgard Chastinet s/n, CEP 48.900-000, Juazeiro, BA.
E-mail: pacostapinto@bol.com.br.

concentram-se entre 20 e 40 cm de profundidade e até 60 cm do tronco (Larousilhe, 1980). Em plantações comerciais, em que se cultivam mangueiras enxertadas sob irrigação, o sistema radicular concentra-se em volta da área molhada, revestindo-se de grande importância no uso da adubação.

A área mundial cultivada com mangueira em 2003, foi de aproximadamente 3 milhões de hectares, com produção cerca de 24 milhões de toneladas, sendo a Índia o principal produtor com 43% desse total. O Brasil com uma área, aproximadamente de 70.000 ha e produção de 600.000 toneladas, representa apenas 2,3 e 2,5%, respectivamente, da área e produção mundial.

A manga é uma das principais frutas tropicais produzidas no Brasil. As Regiões Sudeste e Nordeste representam 51,4 e 42,6% da área brasileira total cultivada com mangueira, e também as mais importantes do ponto de vista comercial e de exportação (Souza *et al.*, 2002). Nos últimos anos, a produção de manga no Brasil tem mostrado uma tendência negativa no que concerne a área total cultivada, porém, com tendência positiva de acréscimo na produção e exportação. Entre 2002 e 2003 a área cultivada com mangueira decresceu de 67.661 para 67.591 ha, enquanto a produção cresceu de 782.300 para 842.300 toneladas. A exportação em 2003 foi da ordem de 133.300 toneladas, resultando em 73,4 milhões de dólares do agronegócio fruta para a balança comercial brasileira (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2004).

O grande potencial para exploração da mangueira no Brasil, principalmente nessas Regiões Sudeste e Nordeste, deve-se às condições favoráveis de solo e clima regionais. Porém, os problemas existentes sobre o cultivo da mangueira referem-se, não somente, à ocorrência de pragas e doenças, mas também ao manejo inadequado quanto à nutrição e adubação, em parte, responsáveis pela baixa produtividade e qualidade da manga, ofertada nos mercados interno e externo.

7.2. Clima e solo

O crescimento e desenvolvimento da mangueira depende de sua resposta ao ambiente que a circunda e, também, da ocorrência de fluxos vegetativos e reprodutivos, características típicas dessa fruteira.

7.2.1. Clima

De maneira geral, a mangueira adapta-se, e produz muito bem em ambiente com temperatura amena (25°C diurno e 15°C noturno) e período seco antes da floração. Contudo, quando a temperatura na fase de frutificação é cerca de 30°C, a produção é pouco afetada desde que o suprimento de água seja adequado (Chacko, 1986). Temperatura abaixo de 15°C ou acima de 30°C pode inibir a germinação do tubo polínico, sem ocorrência da fertilização e aborto do embrião. Algumas cultivares monoembriônicas como a Haden, não vingam nenhum fruto quando as condições ambientais, principalmente a temperatura é superior a 35°C, em virtude da inibição

do embrião zigótico, ou degeneração com queda prematura dos frutos (Mukherjee, 1953; Sturrock, 1968).

A radiação solar é muito importante para o crescimento e produção da mangueira, uma vez que está diretamente relacionada com a fotossíntese e a produção de carboidratos. Contudo, a quantidade de radiação depende da época do ano e da maior ou menor nebulosidade (Allen *et al.*, 1998). Dados apresentados por Lima Filho *et al.* (2002) mostraram que em regiões produtoras de manga, os valores máximos de radiação ocorrem em outubro ($528 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), e os mínimos verificam-se em junho ($363 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), que correspondem aos períodos de florescimento e frutificação, respectivamente. Como a mangueira está dispersa entre as latitudes de 27°N e 27°S , aparenta ser uma planta de fotoperíodo neutro, ou seja, não responde fisiologicamente ao efeito da luz para seu florescimento.

7.2.2. Solos

Embora a exploração comercial da mangueira, nas diversas regiões produtoras mundiais, inclusive no Brasil ocorra, principalmente nos Latossolos Vermelhos ou Amarelos, sua adaptação é muito grande em outras classes de solos, como os Neossolos Quartzarênicos (Areia Quartzosas) e Argissolos (Podzólicos) de baixa fertilidade. No entanto, seu desenvolvimento e produção são influenciados pelas características físicas e químicas do solo, adaptando-se e respondendo melhor em solos profundos ($> 2 \text{ m}$), bem drenados e sem problemas de salinidade. Os solos mais recomendados são os areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, profundos e planos (Magalhães e Borges, 2000).

7.3. Manejo do solo e da cultura

Vários fatores estão envolvidos na preparação de uma muda de mangueira de alta qualidade, sendo o preparo e a adubação do substrato o primeiro fator importante. O substrato usado na formação de mudas varia de região para região, e depende muito da fertilidade do solo, a ser usado na mistura. Em algumas regiões, os viveiristas utilizam, com sucesso, mistura de três partes de terra e uma parte de esterco curtido, com adição de 3 kg de superfosfato simples e 500 g de cloreto de potássio por m^3 (Castro Neto *et al.*, 2002).

A propagação da mangueira é realizada, principalmente por meio de semeadura direta da amêndoa em substratos, contidos em sacos plásticos pretos com 30-35 cm de altura, 20-25 cm de diâmetro e 200 micra de espessura, com perfurações na base e nas laterais, para facilitar a saída do excesso de água. Em Petrolina, Pernambuco, Região Semi-Árida, a adubação das mudas com macronutrientes é feita somente via fertirrigação, e os micronutrientes são aplicados via pulverização foliar (informação pessoal de Paulo Sérgio Nogueira, Fazenda Boa Fruta, 2003).

A aração, gradagem e aplicação de corretivos devem ser realizadas cerca de 30 cm de profundidade, pelo menos 30 dias antes da estação das chuvas (Pinto e Ramos, 1998). No caso de solos ácidos, especialmente os latossolos da Região do Brasil Central, a calagem corretiva se faz necessária, não somente para elevar o pH para 6,0-6,5, melhor faixa para mangueira, como também aumentar a saturação por bases entre 60-70% (Pinto, 2000). A gessagem, também é uma operação recomendável, principalmente quando se tem subsolos ácidos com saturação por Al >20% e teor de Ca < 0,5 cmol_c.dm⁻³) em qualquer camada de solo até a profundidade de 60 cm (Andrade, 2004). As adubações corretivas são geralmente recomendadas para solos deficientes em fósforo (P) e potássio (K) (Tabelas 7.1 e 7.2), sendo os fertilizantes aplicados a lanço, em toda área ou na faixa de plantio, seguidos de incorporação (Andrade, 2004; Sousa *et al.*, 2004).

Tabela 7.1. Adubação corretiva com fósforo de acordo com o teor de argila e disponibilidade de P no solo.

Argila (%)	Disponibilidade de fósforo no solo		
	Baixo	Médio	Adequado
	----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----		
≤15	60	30	0
16-35	100	50	0
36-60	200	100	0
>60	280	140	0

Fonte: Andrade, 2004; Souza, 2004.

Tabela 7.2. Adubação corretiva com potássio em função da disponibilidade de K no solo e da CTC (pH 7) ou do teor de argila no solo.

K disponível	Interpretação da análise	Dose de K ₂ O
mg dm ⁻³	CTC a pH 7 <4,0 cmol _c dm ⁻³ ou argila <20%	kg ha ⁻¹
<15	Baixo	50
16-40	Médio	25
>40	Adequado	0
mg dm ⁻¹	CTC a pH 7 >4,0 cmol _c dm ⁻³ ou argila >20%	kg ha ⁻¹
<25	Baixo	100
25-80	Médio	50
>80	Adequado	0

Fonte: Andrade, 2004; Souza, 2004.

O plantio de mangueiras é geralmente feito em covas com dimensões de 60 x 60 x 60 cm. As adubações das covas variam de região para região, tendo como base a análise química do solo e o cálculo da quantidade de adubo é feito, tomando-se o volume de solo da cova. Em solos ácidos dos Cerrados, Andrade (2004) sugere as seguintes quantidades de corretivo, de adubos mineral e orgânico por cova: 22 L de esterco bovino curtido ou 5 L de esterco de aves; em mistura com 151 g de P_2O_5 ; 1,0 g de boro; 0,5 g de cobre; 1,0 g de manganês; 0,05 g de molibdênio; 5,0 g de zinco; 216 g de calcário dolomítico (100% PRNT) e a melhor terra da superfície. Na adubação da cova, 100g de FTE fórmula BR-12, tem sido usada como fonte de micronutrientes.

Raij *et al.* (1996) relatam que em São Paulo, são utilizados os seguintes fertilizantes no plantio da mangueira: 10-15 litros de esterco bovino, ou 3-5 litros de esterco de galinha; 200 g de P_2O_5 na forma de fosfatos solúveis ou termofosfatos e 5 g de Zn, fornecido na forma de sulfato de zinco.

Após o plantio, o tutoramento é a etapa de condução que permite o estabelecimento da muda de maneira firme na cova, evitando-se o tombamento, pelo efeito negativo dos ventos. Na condução da muda de mangueira, a cobertura morta (mulch) serve para evitar perdas de água por evaporação, possibilitando uma melhor absorção de nutrientes oriundos dos adubos minerais ou orgânicos e, conseqüentemente, melhor estabelecimento da muda no campo. A cobertura morta, também possibilita a liberação de certos aleloquímicos, como compostos fenólicos, que atuam no controle de algumas plantas daninhas que competem com água e nutrientes ofertados à mangueira. A cobertura vegetal com certas leguminosas, como a mucuna e o feijão-de-porco, promove a fixação e a ciclagem de nutrientes importantes para o crescimento da mangueira como o N (Carvalho e Castro Neto, 2002). No entanto, essa cobertura com leguminosas na fase adulta deve ser bem planejada, a fim de evitar excesso de N e possíveis problemas de colapso interno de polpa.

A densidade de plantio interfere diretamente na oferta de luz, entre e dentro das copas das plantas, no gasto com insumos, principalmente adubos, na produtividade do pomar e na qualidade do fruto. Nos plantios de mangueiras, sob sequeiro, no Sudeste e Centro-Oeste brasileiros, a densidade de plantio mais comum é a de 100 plantas ha^{-1} (espaçamento 10 x 10 m), enquanto nos plantios tipo exportação do Semi-Árido nordestino, a densidade usada é de 250 plantas ha^{-1} (espaçamento 8 x 5 m). A alta densidade exige o emprego da poda, prática complementar, que elimina o excesso de folhagem e permite uma melhor distribuição dos nutrientes e produtos fotossintetizados na copa. Além disso, a poda permite a preparação da planta para o uso do “paclobutrazol” (retardante do crescimento, também conhecido como “pestanal” ou “bonsai” ou “ocultar”), e a maior penetração de luz solar no interior do pomar e da copa, possibilitando uma melhor coloração do fruto.

7.4. Nutrição mineral

7.4.1. Extração e exportação de nutrientes

Apesar da mangueira ser uma espécie que apresenta relativa tolerância a solos de baixa fertilidade, a oferta adequada de nutrientes é a melhor forma de promover o crescimento da planta e a exportação dos mesmos pelos frutos. Stassen *et al.* (1997), trabalhando com mangueiras ‘Sensation’, enxertadas sobre ‘Sabre’, observaram que as mesmas, quando atingiam a idade de seis anos, apresentavam na matéria seca das folhas 29,6% do fósforo contido na planta. Do restante, 17,9% estavam contidos nas raízes, nos ramos novos (16,6%), nos frutos (14,9%), no lenho (11,7%) e na casca (9,3%). Embora as folhas constituam o compartimento da mangueira que, proporcionalmente contem a maior porcentagem do P da planta, parcela significativa desse nutriente (70,4%), está contida no conjunto dos demais órgãos. Logo, os altos teores do nutriente na folha, constatados em alguns pomares, embora possam denotar alta disponibilidade do nutriente no solo, não expressam a magnitude total dessa disponibilidade.

Existem algumas particularidades com relação à concentração de nutrientes nos frutos de mangueiras de diferentes procedências. Laborem *et al.* (1979) observaram que os frutos da cultivar Haden exportaram menos da metade de nitrogênio (0,86 kg de N t⁻¹) do que a cultivar Tommy Atkins (2,01 kg de N t⁻¹). Quantidades de cálcio exportados pelos frutos provenientes de pomares da Venezuela (Laborem *et al.*, 1979) são cerca de seis vezes maiores (1,25 kg de Ca t⁻¹), do que os observados em frutos colhidos no Brasil (0,15 kg de Ca t⁻¹). Em geral, os teores médios de nutrientes na polpa da manga obedecem à seguinte ordem decrescente: (macronutrientes) K > N > P > Mg > Ca > Na e (micronutrientes) e Fe > Mn > B > Zn > Cu. Na casca, os nutrientes apresentam seqüência diferente daquela observada na polpa: (macronutrientes) N > K > Ca > Mg > P > Na e (micronutrientes) Mn > Fe > B > Zn > Cu (Pinto, 2002).

7.4.2. Funções, importância dos nutrientes

Nitrogênio(N): Um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento da mangueira, e exerce um papel relevante na produção e na qualidade dos frutos. Seus efeitos se manifestam, principalmente na fase vegetativa da planta e, considerando-se a relação existente entre surtos vegetativos e reprodutivos (emissão de gemas florais e frutificação), sua deficiência poderá afetar negativamente a produção. Mangueiras, adequadamente nutridas com nitrogênio, poderão emitir regularmente brotações que, ao atingirem a maturidade, resultariam em panículas viáveis para a frutificação (Silva, 1997). A carência de N provoca desenvolvimento retardado, menor crescimento vegetativo e produção reduzida de frutos (Jacob e Uexkull, 1958; Geus, 1964). Por outro lado, o excesso de nitrogênio provoca crescimento vegetativo excessivo, e a planta apresenta dificuldade na diferenciação floral,

perda de produção e qualidade dos frutos em virtude do colapso interno, além de aumentar a suscetibilidade a doenças. Resultados obtidos por McKenzie (1994), na África do Sul, mostraram que pomares de manga com teores de N nas folhas superiores a 1,2%, apresentavam frutos com manchas esverdeadas na casca de cor avermelhada. Esses mesmos sintomas foram observados por Pinto (2000) em frutos maduros da cv Tommy Atkins nos Cerrados que, normalmente são avermelhados (Foto 7.1), os quais foram colhidos de plantas, cujo conteúdo médio de N nas folhas era superior a 1,3%.

Fósforo (P): O fósforo favorece o desenvolvimento radicular, a produção de caule forte, fixação e maturação de frutos (Samra e Arora, 1997). A deficiência de P pode levar ao desenvolvimento radicular mais fraco, restringindo a absorção de água e de nutrientes, retardando a fixação e o amadurecimento de frutos que adquirem textura grosseira. O retardamento do crescimento; a seca das margens da região apical das folhas, acompanhadas ou não de zonas necróticas; a queda prematura de folhas; a seca e morte de ramos, reduzindo sensivelmente a produção, são outros sintomas de carência do fósforo (Childers, 1966).

Potássio (K): Sintomas de deficiência de K são mostrados pelas folhas mais velhas por meio de pontuações de cor amarelada, irregularmente distribuídas. As folhas ficam menores e mais finas que as normais. Com a carência mais acentuada, as pontuações coalescem e a folha se torna necrosada ao longo das margens. A queda das folhas ocorre somente quando estão completamente mortas (Childers, 1966; Koo, 1968). O excesso de K pode causar desbalanço nos níveis de Ca e Mg, causando ainda a queima nas margens e ápice das folhas velhas. Tem sido observado que o K melhora a qualidade dos frutos, em particular a coloração da casca, aroma, tamanho, e a vida de prateleira, como também possibilita às plantas suportarem condições de estresse, tais como seca, frio, salinidade e ataque de pragas e doenças (Samra e Arora, 1997).

Cálcio (Ca): Elemento importante na assimilação do N e transporte de carboidratos e aminoácidos, tendo função estrutural nas membranas e paredes celulares de toda a planta. Os frutos têm demanda elevada desse nutriente, para manter a consistência da polpa durante o amadurecimento. Na prática, os frutos são mais firmes, com melhor aparência, maior resistência ao manuseio e ao transporte, além de apresentarem menor incidência do distúrbio fisiológico, conhecido como colapso interno de polpa. O cálcio é absorvido com maior eficiência pelo sistema radicular, do que na forma de pulverizações foliares. A maior demanda de cálcio ocorre durante o fluxo pós-colheita e o desenvolvimento inicial dos frutos. Nessa época, a demanda por cálcio é elevada e o nutriente deve ter alta disponibilidade no solo, para ser absorvido pelo sistema radicular. As aplicações foliares não têm sido eficientes para reduzir a incidência de colapso da polpa dos frutos. Pinto *et al.* (1994) comentaram que um dos mais sérios problemas de qualidade da

manga, refere-se ao colapso interno da polpa, atribuído ao desbalanço entre baixo conteúdo de Ca, e elevado de N. Esses autores investigaram o efeito de diferentes relações Ca:N no solo e nas folhas. Por ocasião da formação do pomar e antes da adubação mineral de cobertura, aplicaram gesso agrícola ao solo (291 g m^{-2}), mantendo a relação Ca:N no solo de 20:1. Foi constatado que as plantas com folhas apresentando relação C:N de 2,2:1, o rendimento médio era de 245 frutos planta⁻¹ com 97% dos frutos, sem colapso interno de polpa. Por outro lado, plantas cujas folhas apresentam relação Ca:N de 1:1, tiveram um rendimento médio de apenas 139 frutos planta⁻¹, dos quais 60% mostraram colapso interno da polpa.

Magnésio (Mg): O magnésio faz parte da molécula de clorofila, sendo indutor de enzimas ativadoras de aminoácidos, responsáveis pela síntese protéica e, também participa no transporte de P na planta. A deficiência de Mg provoca redução no desenvolvimento e desfolha prematura e, ainda, diminuição da produção. A aplicação de doses elevadas de Ca e de K diminuem a absorção de Mg.

Enxofre (S): O enxofre é o componente principal de aminoácidos e de proteínas vegetais. Desempenha papel de ativador enzimático e participa da síntese de clorofila. Quando deficiente, retarda o crescimento da mangueira e provoca desfolha. Sua disponibilidade é reduzida pelo uso contínuo de adubos que não o contêm em sua composição (Silva, 1997). Na deficiência de S, as folhas mais jovens mostram manchas necróticas sobre um fundo verde, ocorrendo desfolhação prematura.

Boro (B): Os sintomas de deficiência de B ocorrem primeiro nas partes novas da planta, enquanto a toxicidade é vista nas extremidades de folhas mais velhas. A deficiência de boro provoca a morte da gema apical, advindo uma brotação excessiva das gemas laterais, com ramos secundários em formato de tufo (Agarwala *et al.*, 1988). As panículas florais têm tamanho reduzido e possuem menor número de flores hermafroditas e, conseqüentemente, retêm menos frutos do que as de plantas bem supridas de boro (Singh e Dhillion, 1987). Na Região Norte do Estado de São Paulo, Rossetto *et al.* (2000) observaram que em condições de carência de boro (média de 7.2 mg kg^{-1} nas folhas), a cultivar “Van Dyke” apresentou menor porcentagem de aborto, e maior rendimento de frutos que a cultivar Haden 2H, com conteúdo médio de $8,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de boro nas folhas.

Cobre (Cu): Sintomas de deficiência de Cu, frequentemente manifestam-se em plantas jovens que receberam doses altas de N, ou nos brotos jovens de plantas adultas. A deficiência de cobre diagnosticada em pomares de manga no Estado de São Paulo, apresentavam ramos longos e tenros, em forma de “S” e folhas com um encurvamento para baixo, tanto do limbo como da nervura central. Nos ramos, a deficiência manifesta-se por meio de erupções de bolhas de tecido da casca que, às vezes, exsudam goma. Pode ocorrer a morte progressiva dos ramos terminais nas brotações novas encurvadas, ou em forma de “S”, formadas no ano anterior (Quaggio e Piza Jr, 2001).

Ferro (Fe): A deficiência de Fe manifesta-se pela clorose típica em folhas novas, por meio da formação de um reticulado verde das nervuras, em contraste com o amarelado do limbo. Folhas afetadas severamente podem apresentar coloração amarelo-palha, com pouca ou nenhuma nervura verde. As folhas jovens são sempre afetadas primeiro. Seca dos ramos e galhos pode ocorrer em situação de deficiência aguda (Childers, 1966). A deficiência de ferro está relacionada ao cultivo em solos derivados de substratos calcários, ou solos ácidos com teores muito elevados de manganês. No Brasil, à exceção de alguns solos do Nordeste, a deficiência de ferro é pouco provável nas demais regiões. Às vezes, pode ocorrer deficiência de ferro induzida por excesso de manganês, quando há drenagem insuficiente no solo. Associado ao excesso de manganês, a aplicação de altas doses de fósforo no solo, pode induzir a deficiência de ferro em mangueira.

Manganês (Mn): A deficiência de Mn causa redução no crescimento, semelhante às deficiências de fósforo e magnésio. As folhas novas apresentam o limbo verde-amarelado, destacando-se um reticulado verde entre as nervuras, mais grosso que no caso do ferro. A deficiência de manganês ocasiona uma redução no crescimento da mangueira. Os primeiros sintomas surgem nas folhas novas, ainda tenras mas, plenamente desenvolvidas, e consistem em um fundo verde-amarelado. Quando a deficiência torna-se severa, as folhas novas apresentam clorose, com necrose na extremidade do limbo (Agarwala *et al.*, 1988). A disponibilidade de Mn no solo é reduzida, quando se realiza calagem e aplicação de altas doses de fósforo.

Zinco (Zn): O principal sintoma da deficiência de Zn consiste na produção de folhas pequenas e estreitas. Os ramos brotam pouco e têm internódios curtos, que resulta no menor crescimento da planta. As folhas são pequenas, recurvadas, grossas e inflexíveis, exibindo também uma maior ou menor incidência de clorose entre as nervuras com aspecto mosqueado. Os distúrbios denominados malformação floral ou “embonecamento”, e malformação vegetativa ou “vassoura de bruxa” podem, em parte, estar associados à deficiência de zinco, uma vez que as plantas emitem panículas pequenas, de formas irregulares, múltiplas e deformadas. A deficiência de Zn pode tornar-se mais grave em solos calcários, ou naqueles que receberam a aplicação de doses elevadas de calcário, ou de adubações fosfatadas em grandes quantidades (Ruele e Ledin, 1955; Geus, 1964).

7.5. Adubação

Análise de solo: Nenhuma recomendação de calagem ou adubação deve ser implementada, sem o conhecimento prévio da disponibilidade de nutrientes do solo, ou seja, sem a realização da análise de solo e, sem a análise de folhas, que tornam possíveis o estabelecimento de um programa de adubação, com o objetivo da maior produção e qualidade dos frutos (Quaggio, 1996). A amostra de solo deve representar, da melhor maneira possível, a composição média da área explorada

pelo sistema radicular da mangueira, cujas características dependem da cultivar, do solo, do sistema de irrigação, do regime hídrico, além do sistema de manejo da cultura. Existem duas situações de amostragem de solo. A primeira é a retirada de amostras compostas da área total em que se vai implantar o pomar, e a outra é a amostragem em pomares já formados. Na primeira situação, a amostragem é feita aleatoriamente em pelo menos vinte locais por área uniforme e, na segunda, em vinte locais na projeção da copa das árvores, evitando-se a coleta em faixas de terra recém-adubadas. A coleta do solo é feita nas profundidades de 0-30 e de 30-60 cm. Curvas de calibração para cada nutriente são a base da interpretação de resultados de análise de solo, por meio delas é possível avaliar a resposta da planta a um determinado nutriente, em função do seu teor no solo.

Análise de folhas: A análise foliar é de fundamental importância na avaliação de distúrbios na nutrição da mangueira, uma vez que a existência dos nutrientes no solo, em condições adequadas, não garante necessariamente que os mesmos sejam absorvidos. Além disso, condições de reação do solo, salinidade ou antagonismos entre elementos, podem provocar alterações não desejáveis na absorção dos nutrientes. Considerando que as culturas perenes mantêm grande quantidade de nutrientes na biomassa, os quais são responsáveis pelos processos de crescimento vegetativo, floração e formação dos frutos. Normalmente, as adubações realizadas no período vegetativo de um ano serão importantes para o próximo ciclo de produção, razão pela qual as plantas perenes não respondem rapidamente à adubação, com exceção do nitrogênio. Para a cultura da mangueira esse fato deve ser ainda mais relevante, já que as folhas da mangueira permanecem na planta, por um período de pelo menos quatro anos (Young e Koo, 1971). Além disso, pode-se acompanhar o equilíbrio entre os nutrientes não somente para a produção, mas também para a qualidade dos frutos. A concentração de nutrientes nas folhas da mangueira é afetada por vários fatores, tais como: a) idade da folha; b) variedade; c) posição da folha no broto; d) ramos com ou sem frutos; e) altura de amostragem na planta; f) posição dos ramos em relação aos pontos cardeais; g) tipos de solo. As concentrações dos nutrientes nas folhas da mangueira sofrem alterações acentuadas com a idade dos tecidos, como mostram os relatos de Koo e Young (1972) e Chadha *et al.* (1980)

Na idade de seis a oito meses as folhas de mangueira são ainda jovens, porém já estão totalmente expandidas e com concentração de nutrientes próxima ao máximo, o que caracteriza um estágio ideal para a amostragem. Catchpoole e Bally (1995) observaram que o período compreendido entre um e dois meses antes do florescimento, é considerado ideal para a amostragem de folhas, considerando a estabilidade na concentração de nutrientes. Com a finalidade de obter-se uma amostra do pomar, recomenda-se tomar as seguintes decisões: a) dividir o pomar em talhões de no máximo 10 ha de uma mesma cultivar, com a mesma idade e produtividade, em áreas de solos homogêneos; b) escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e sadias na altura média da copa da árvore, nos quatro pontos cardeais, em ramos

normais do penúltimo fluxo e recém-maduros com, pelo menos, quatro meses de idade; c) retirar quatro folhas por planta, de 20 plantas selecionadas ao acaso, e antes da aplicação de nitratos ou outro fertilizante foliar, para a quebra de dormência das gemas florais.

Com base na literatura e reinterpretando os resultados disponíveis, Quaggio (1996) propôs os limites de interpretação de resultados das análises de folha para mangueira. Os teores dos nutrientes foram agrupados em: deficiente, adequado e excessivo (Tabela 7.3). Uma alternativa para interpretar os resultados de análise foliar é a utilização do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), o qual avalia o estado nutricional das plantas, considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura bem nutrida, possa responder com alta produtividade, contrário para as lavouras com problemas de deficiência, ou com desequilíbrios entre nutrientes (Sumner, 1999).

Pinto (2002), interpretando as análises de folhas por meio do índice DRIS, verificou que a seqüência de limitação por deficiência foi a seguinte: $Mg > Cu = K = Fe > Ca = B > Mn = Zn = N = P$ nos pomares de alta produtividade, e: $B > Cu = Zn > Ca > N > Fe > Mn > P > K = Mg$ nos pomares de baixa produtividade. A limitação por excesso de nutrientes obedeceu a seguinte seqüência: $Fe > K = Mg = Cu = Zn > Ca = B > Mn > N = P$, nos pomares de alta produtividade e: $Fe > P > Cu > Zn > Mn = K > B > Mg > N > Ca$, nos pomares de baixa produtividade.

Tabela 7.3. Faixas de teores de nutrientes em folhas de mangueira.

Nutrientes	Faixas de teores		
	Deficiente	Adequado	Excessivo
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----		
N	<8,0	12,0-14,0	>16,0
P	<0,5	0,8-1,6	>2,5
K	<2,5	5,0-10,0	>12,0
Ca	<15,0	20,0- 35,0	>50,0
Mg	<1,0	2,5-5,0	>8,0
S	<0,5	0,8-1,8	>2,5
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----		
B	<10	50-100	>150
Cu	<5	10-50	-
Fe	<15	50-200	-
Cl	-	100-900	>1600
Mn	<10	50-100	-
Zn	<10	20-40	>100

Fonte: Quaggio, 1996.

Adubação na fase de formação: Em geral, as quantidades de N, P₂O₅ e K₂O utilizadas na adubação de formação da mangueira, variam de acordo com a idade da planta e os teores de P e K, detectados na análise de solo. Para pomares sob sequeiro em São Paulo e no Brasil Central (Tabela 7.4) as quantidades de nutrientes diferem daqueles, recomendados para pomares irrigados na Região Semi-Árida nordestina (Tabela 7.5). Sempre que possível, deve-se usar como fonte de P o superfosfato simples, e como fonte de N o sulfato de amônio, com o objetivo de fornecer S às plantas.

Tabela 7.4. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O na fase de formação do pomar de mangueiras em condição de sequeiro, em função da idade da planta e dos teores de P e K disponíveis no solo.

Idade	N	P-resina (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol _c dm ⁻³)			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	g/planta ⁻¹	-----P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹)-----				-----K ₂ O (g planta ⁻¹)-----			
0-1	80	0	0	0	0	40	20	0	0
1-2	160	160	100	50	0	120	90	50	0
2-3	200	200	140	70	0	200	150	100	60
3-4	300	300	210	100	0	400	300	200	100

Fonte: Rajj *et al.*, 1997.

Tabela 7.5. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O recomendadas para o plantio e crescimento de mangueira irrigada na Região semi-árida brasileira.

Idade	N	P-Mehlich-1 (mg dm ⁻³)				K-trocável (mmol _c dm ⁻³)			
		<10	10-20	21-40	>40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	>0,45
Meses		----- P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹) -----				----- K ₂ O (g planta ⁻¹) -----			
Plantio (g cova ⁻¹)									
0-1	-	250	150	120	80	-	-	-	-
1-2	150	-	-	0	0	40	0	0	0
2-3	210	160	120	80	40	120	100	80	60
3-4	150	-	-	-	-	80	60	40	20

Fonte: Silva *et al.*, 1996.

Na adubação de formação do pomar sob sequeiro, K e N devem ser parcelados em três aplicações: no início, durante e no final do período chuvoso. Em pomares irrigados, o parcelamento deve ser feito em seis aplicações ao ano em solos argilosos, e em doze aplicações em solos arenosos, iniciando com 10 g de N por planta, aos 30 dias após o plantio. O fósforo deve ser parcelado em duas aplicações a partir do segundo ano.

Adubação na fase de produção: Na fase de produção, a adubação dos pomares de mangueira é realizada em função da produtividade, dos resultados de análises de solo, foliar e, mais recentemente, dos frutos (matéria seca). A produtividade determina, em função da exportação de nutrientes pelos frutos com a colheita, o mínimo de reposição dos nutrientes a ser aplicada, e a capacidade de retorno econômico obtida com a adubação (Quaggio, 1996).

Calagem e gessagem: Nos pomares em produção, recomenda-se analisar o solo pelo menos a cada dois anos, e aplicar calcário sempre que a saturação por base for inferior a 60%. A época mais indicada é o final da estação chuvosa, pois ainda existe umidade suficiente no solo para a reação do corretivo, permitindo a incorporação do calcário. Nos cultivos irrigados das regiões semi-áridas, essa aplicação deverá ser realizada logo após a colheita.

Em razão da elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem à aplicação de gesso, para evitar o problema do colapso de polpa, em solos de Cerrados pobres em cálcio (Pinto *et al.*, 1994). A quantidade de gesso a ser aplicada, deve ser definida em função da análise química e da textura do solo. A quantidade de calcário varia entre 0,5 t ha⁻¹ em solos de textura arenosa a 2,5 t ha⁻¹ em solos de textura argilosa. Se os teores foliares de cálcio forem superiores a 30 g kg⁻¹, a aplicação de gesso pode ser dispensada.

7.5.1. Adubação orgânica

A adubação orgânica de manutenção e de preparação para próxima produção é realizada, geralmente, logo após a colheita, com a finalidade principal de repor o nitrogênio exportado pelos frutos. A aplicação de 10 a 30 litros de esterco bovino por planta ano⁻¹, ou 3 a 5 litros planta⁻¹ ano⁻¹ de esterco de galinha, é recomendável. Na Região do Semi-Árido, o esterco de caprino é utilizado em substituição ao de bovino, por causa da maior disponibilidade na região.

Na produção de manga orgânica, o uso de compostos orgânicos, tais como, vermicompostos, biofertilizantes e ácidos orgânicos (substâncias húmicas), já têm sido bastante comuns em muitas regiões de cultivo da manga. Outra alternativa utilizada, tanto em cultivos orgânicos quanto convencionais, é o manejo do pomar com misturas de espécies utilizadas, para cobertura de solo e adubação verde (leguminosas ou não-leguminosas) conhecidas como coquetéis vegetais. Porém, deve-se ter critério para evitar o excesso de N no pomar.

7.5.2. Adubação mineral

O nitrogênio é o nutriente cuja resposta em produção é a mais acentuada, porém de manejo muito difícil na cultura da manga. A mangueira, quando adulta, tem

taxa de crescimento inversamente proporcional à produtividade, ou seja, árvores que vegetam excessivamente crescem em demasia, têm maior dificuldade na diferenciação floral, produzem muitas folhas e poucos frutos, e normalmente estão relacionados com excesso de nitrogênio.

A aplicação de P em excesso, além de ser antieconômica, pode promover antagonismo com outros nutrientes, resultando em metabolismo vegetal anormal. Rajj *et al.* (1996) recomendam a aplicação de NPK na fase de produção da mangueira, sob condições de sequeiro, em São Paulo, com base na produtividade e nos níveis de nutrientes disponíveis para a planta (Tabela 7.6). Silva *et al.* (2002) fazem as recomendações de adubação usando esses mesmos parâmetros, porém para mangueiras irrigadas no semi-árido brasileiro (Tabela 7.7).

O boro é o micronutriente que mais afeta a produtividade da mangueira e a qualidade dos frutos, conforme resultados relatados por Ram e Sirohi (1989), Coetzer *et al.* (1994). Rossetto *et al.* (2000) observaram que a aplicação de 2,0 kg ha⁻¹ de B ao solo (na forma de bórx), propiciou substancial aumento na produção das cultivares “Van Dyke”, “Haden” e “Tommy Atkins”. O boro pode ser aplicado pela pulverização foliar, no período de produção de novos tecidos vegetativos, ou durante a fase de florescimento. Quaggio (1996) recomenda a aplicação de uma calda, contendo ácido bórico a 0,2% em duas aplicações anuais, sendo a primeira pouco antes da floração, quando já se observam os primórdios florais, e a segunda durante o período de crescimento das plantas, de preferência quando houver um fluxo novo de brotação, pois as folhas tenras absorvem mais facilmente os nutrientes.

Deficiências de manganês e zinco são também freqüentes na mangueira. Pereira *et al.* (1999) observaram que 68% dos pomares avaliados no Submédio São Francisco, apresentavam deficiência severa de zinco.

Adubação pré-colheita: Em condições de cultivo não irrigado, o P deve ser aplicado, preferencialmente, em uma única dose, antes do florescimento das plantas, e incorporado com grade. Apenas 40% das doses de N e K devem ser aplicadas no início das chuvas, e o restante após a floração e início do pegamento dos frutos. Em condições irrigadas, cerca de 40% do P deve ser aplicado antes do período de florescimento, e 50% da dose de N devem ser aplicadas em pré-colheita, após o pegamento dos frutos. Com relação ao potássio, as aplicações devem ser distribuídas durante todo o ciclo de produção, sendo mais concentradas após o pegamento dos frutos.

Adubação pós-colheita: As doses de N e K aplicadas nessa fase, equivalem a 40% após a colheita, e 20% da dose recomendada no final do período chuvoso, geralmente início de março nas condições do Estado de São Paulo e Brasil Central. Em condições irrigadas, a metade do nitrogênio, 60% do fósforo e 25% da dose recomendada de potássio são aplicados em pós-colheita.

Tabela 7.6. Recomendação de adubação de mangueira em sequeiro, em função da produtividade das plantas e disponibilidade de nutrientes em São Paulo.

Produtividade esperada	N nas folhas (g kg ⁻¹)			P-resina (mg dm ⁻³)			K-trocável (mmol _c dm ⁻³)				
	<12	12-14	>14	<6	6-12	3-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha ⁻¹	----- N (kg ha ⁻¹) -----			----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----			----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----				
<10	20	10	0	30	20	10	0	30	20	10	0
10-15	30	20	0	40	30	20	0	50	30	20	0
15-20	40	30	0	60	40	30	0	60	40	30	0
>20	50	40	0	80	60	40	0	80	60	40	0

Fonte: Rajj *et al.*, 1996.

Tabela 7.7. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O sugeridas para adubação de produção da mangueira irrigada na Região semi-árida, em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

Produtividade esperada	N nas folhas (g kg ⁻¹)			P-Mehlich-1 (mg dm ⁻³)			K-trocável (mmol _c dm ⁻³)					
	<12	12-14	14-16	>16	<10	10-20	21-40	>40	<1,6	1,6-3,0	3,1-4,5	>4,5
t ha ⁻¹	----- N (kg ha ⁻¹) -----			----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----			----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----					
<10	30	20	10	0	20	15	8	0	30	20	10	0
10-15	45	30	15	0	30	20	10	0	50	30	15	0
15-20	60	40	20	0	45	30	15	0	80	40	20	0
20-30	75	50	25	0	65	45	20	0	120	60	30	0
30-40	90	60	30	0	85	60	30	0	160	80	45	0
40-50	105	70	35	0	110	75	40	0	200	120	60	0
>50	120	80	40	0	150	100	50	0	250	150	75	0

Fonte: Silva *et al.*, 2002.

7.6. Irrigação

A irrigação é um dos segmentos do manejo de pomar de manga mais importantes, por dois motivos: a) o aumento da produtividade do pomar; b) a melhoria da qualidade dos frutos (Coelho *et al.*, 2002). Nos plantios de manga, em regime de sequeiro, a produção média varia de 8 a 12 t ha⁻¹, enquanto nos pomares irrigados alcança-se uma produtividade de até 40 t ha⁻¹.

7.6.1. Métodos de irrigação

O sucesso no uso da tecnologia de irrigação depende da escolha do método, e da estratégia de manejo da água, adotada ao longo do ciclo da cultura. De maneira geral, qualquer um dos métodos tradicionais de irrigação, tais como, sulcos, bacias de inundação, gotejamento, microaspersão e aspersão com laterais fixas ou móveis, pode ser utilizado para aplicação de água na cultura da mangueira. A escolha de um desses métodos depende de fatores técnicos, como características do solo, topografia, salinidade, disponibilidade de água e característica de clima como temperatura, velocidade do vento, evaporação etc.; fatores econômicos, como custo de implantação, operação e manutenção, rentabilidade do sistema; de fatores humanos, como qualidade da mão-de-obra, tradição e nível educacional (Silva *et al.*, 1996).

No Semi-Árido nordestino, onde há escassez de recursos hídricos, a irrigação é obrigatória e a eficiência de seu uso é altamente importante. Portanto, o método de irrigação por superfície é o menos recomendado por sua menor eficiência, comparada com a dos métodos pressurizados como aspersão, gotejamento e microaspersão. O custo inicial de instalação de um sistema de microirrigação em 1 ha de mangueira varia de R\$ 3800,00 a R\$ 4500,00 (US\$ 1,366.00 a US\$ 1,618.00). A irrigação por aspersão convencional apresenta desvantagens como maior consumo de energia e baixa eficiência (50% e 75%), principalmente em situação de elevada velocidade de ventos, indicando que há perda significativa de água (Allen, 1998). Além dessas desvantagens, existem outras como a queda de flores, redução do número de insetos polinizadores e a queda de frutinhas pela ação dos jatos de água. Por outro lado, o sistema de irrigação por gotejamento é muito eficiente (70 a 95%), exige menor demanda de energia, porém, apresenta custo inicial elevado. Mangueiras com espaçamento de 8 x 5 m, um total de cinco a seis gotejadores por planta, são suficientes para assegurar um molhamento de 16% da área ocupada pela planta (Coelho *et al.*, 2002). A microaspersão é também um método de irrigação de elevada eficiência (70 a 95%), sendo o mais utilizado no cultivo da mangueira, pois promove uma área molhada maior que a do gotejamento, e apresentam vazões que variam de 15 a 200 L h⁻¹, operando com pressões na faixa de 8 a 35 metros de coluna de água – mca (Silva *et al.*, 1996).

7.6.2. Necessidades hídricas

As necessidades de água pela mangueira são determinadas com base nas avaliações do solo e do clima, e dois períodos relacionados ao crescimento e fenofases diferenciam essa necessidade de água: o período não produtivo (fase juvenil), que vai desde o plantio até o início da produção e o produtivo, que envolve a floração e a frutificação (Coelho *et al.* 2002).

Na fase inicial de plantio, recomenda-se executá-la no início das chuvas, pois a umidade do solo garante umidade suficiente ao atendimento, ao pegamento da muda e ao crescimento inicial da planta. A aplicação de água nos anos anteriores ao período produtivo são feitas, principalmente no período seco, para atender os surtos vegetativos e o crescimento da planta.

Nas regiões subúmidas é imprescindível o estresse hídrico, de aproximadamente 60-70 dias, após a aplicação do paclobutrazol, a fim de favorecer a floração. A fase de crescimento dos frutos é a de maior demanda de água pela planta, e o período entre a quarta e a sexta semana, após o vingamento dos frutos é o mais crítico. Nessa fase de frutificação, um período de apenas 30 dias, sem irrigação, é o suficiente para reduzir o tamanho dos frutos em 20% comparados com a cultura sob irrigação (Schaffer *et al.* 1994).

7.6.3. Fertirrigação

A fertirrigação, método de aplicação de fertilizantes via água de irrigação, tem sido uma prática comum em mangueirais, tipo exportação, que usam alta tecnologia. Essa prática, apresenta numerosas vantagens, entre as quais, maior produtividade e qualidade da fruta (Pinto *et al.* 2002). Com essa prática, a eficiência da água aplicada é maior e, ainda, os fertilizantes são aplicados no tempo e quantidades adequadas, além de empregar menor quantidade de mão-de-obra, permitindo melhor distribuição do fertilizante à planta e reduzindo a possibilidade de contaminação do meio ambiente. No entanto, existem limitações ao uso dessa tecnologia, tais como: aplicação desuniforme do fertilizante quando o sistema de irrigação é mal dimensionado, possibilidade de precipitação de produtos químicos, favorecendo o entupimento de emissores e perigo da contaminação da fonte de água (Silva *et al.*, 1996).

A solubilidade e compatibilidade dos fertilizantes são fatores importantes na tomada de decisão, para utilização de um sistema de fertirrigação. A uréia e o nitrato de amônio, por exemplo, são de alta solubilidade e compatíveis com todos outros fertilizantes, porém o sulfato de amônio é incompatível com o nitrato de cálcio, não podendo ser usado na fertirrigação (Pinto *et al.* 2002).

7.7. Referências

- Agarwala, S.C., B.D. Nautiyal, C. Chitralekha, and C.P. Sharma. 1988. Manganese, zinc and boron deficiency in mango. *Scientia Horticulturae* 35:99-117.
- Allen, R.G., L.S. Perrira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evaporation, guidelines for computing crop water requirements. FAO, Irrigation and Drainage Paper 56. Rome.
- Alves, R.E., H.A.C. Filgueiras, J.B. Menezes, J.S. Assis, M.A.C. Lima, T.B.F. Amorim, and A.G. Martins. 2002. Colheita e Pós-Colheita. p. 383-405. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto. *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Andrade, L.R.M. de. 2004. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. p. 317-366. *In*: D.M.G. Sousa, and E. Lobato (ed.) *Cerrado, correção do solo e adubação*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Anuario Brasileiro de Fruticultura. 2004. Principais frutas – Manga. Gazeta. Santa Cruz do Sul.
- Bompard, J.M. 1993. The genus *Mangifera* rediscovered: The potential contribution of wild species to mango cultivation. *Acta Horticulturae*, Leuven, Belgium 341:69-71.
- Campbell, C.W., and S.E. Malo. 1974. Fruit Crops Fact Sheet – The Mango. University of Florida, Gainesville.
- Carvalho, J.E.B. de, and M.T. de Castro Neto. 2002. Manejo de plantas infestantes. p. 145-163. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Castro Neto, M.T., N. Fonseca, H.P. Santos Filho, and A.T. Cavalcante Junior. 2002. Propagação e Padrão da Muda. p. 118-136. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Catchpoole, D.W., and I.S.E. Bally. 1995. Nutrition of mango trees: A study of the relationships between applied fertilizer, leaf elemental composition and tree performance (flowering and fruit yield). *Proceedings of Mango 2000, Marketing Seminar and Production Workshop*. Townsville, Queensland.
- Chacko, E.K. 1986. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees. *Proc. of Australian Mango, Workshop 1:54*. CSIRO, Cairns, Queensland, Melbourne.
- Chadha, K.L., J.S. Samra, and R.S. Thakur. 1980. Standardization of leaf- sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar Chausa. *Scientia Horticulturae* 13:323-329.
- Childers, N.F. 1966. *Fruit Nutrition. Temperate to tropical*. New Jersey, Horticultural Publications.
- Coelho, E.F., A.S. de Oliveira, A.O.A. Netto, A.H. de C. Teixeira, E.C.E. Araújo, and L.H. Bassoi. 2002. Irrigação. p. 166-189. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

- Coetzer, L.A., P.J. Robbertse, and E. de Wet. 1994. The influence of boron applications on fruit production and cold storage. South African Mango Growers Association, Tzaneen, South Africa 11:28-31.
- Geus, J.D. de. 1964. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. Stikstof, Berlin 8:41-64.
- Haag, H.P., M.E.P. Souza, Q.A.C. Carmello, and A.R. Dechen. 1990. Extração de macro e micronutrientes por frutos de quatro variedades de manga (*Mangifera indica* L.). Anais da ESALQ, Piracicaba, São Paulo 47:459-477.
- Hiroce, R., A.M. Carvalho, O.C. Bataglia, P.R. Furlanio, A.M.C. Furlani, R.R. dos Santos, and J. Gallo. 1977. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. Bragantia, São Paulo 36:155-164.
- Jacob, A., and H. von Uexkull. 1958. Fertilizer use-nutrition and manuring of tropical crops. Centre d'Etude de Azote, Hannover.
- Koo, R.C.J. 1968. Potassium nutrition of tree crops. p. 469-487. In: The Role of Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Koo, R.C.J., and T.W. Young. 1972. Effect of age and position on mineral composition of mango leaves. Journal of the American Society of Horticultural Science, Alexandria, USA 97(6):792-794.
- Laborem, G., Avilan, R., and M. Figueroa. 1979. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). Agronomia Tropical, Maracay 29 :3-15.
- Laroussilhe, F. de La Manguier. 1980. Maisonnneuve et Larose, Paris.
- Lima Filho, J.M.P. 2000. Determinação do potencial hídrico da mangueira utilizando-se a câmara de pressão. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura (Resumos em CD-ROM). Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza.
- Magalhães, A.F. de J., and A.L. Borges. 2000. Calagem e adubação. Manga produção, aspectos técnicos. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília.
- McKenzie, C.B. 1994. The background skin color of exported mango fruit in relation to tree nitrogen status. South African Mango Growers' Association Yearbook, Tzaneen, South Africa 14:26-28.
- Mukherjee, S.K. 1953. The mango – its botany, cultivation, uses and future improvement especially as observed in India. Economic Botany, New Delhi 7:130-162.
- Mukherjee, S.K. 1985. Systematic and ecogeographic studies of crop gene-pools: 1. *Mangifera*. IBPGR Secretariat. Rome.
- Pereira, J.R., C.M.B. de Faria, D.J. Silva, E.L. Possídio, and J.A.S. de Albuquerque. 1999. Avaliação nutricional das culturas de videira e mangueira no Submédio São Francisco. Embrapa Semi-árido, Programa 17, Petrolina.
- Pinto, A.C. de Q., V.H.V. Ramos, N.T.V. Junqueira, E. Lobato, and D.G.M. Souza .

1994. Relação Ca/N nas folhas e seu efeito na produção e qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ sob condições de Cerrados. Congresso Brasileiro de Fruticultura 13:763. Salvador, Bahia.
- Pinto, A.C. de Q., and V.H.V. Ramos. 1998. Formação do Pomar, Embrapa Cerrados, Brasília 2p. (Guia Técnico do Produtor Rural 18).
- Pinto, A.C. de Q. 2000. A teorática no cultivo da manga: sinopse. Embrapa Cerrados, Planaltina, Brasília.
- Pinto, P.A. da C. 2002. Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós-colheita de frutos na região do Submédio São Francisco. Tese Doutorado UFV, Viçosa.
- Pinto, J.M., D.J. Silva, A.L. Borges, E.F. Coelho, and J.C. Feitosa Filho. 2002. Fertirrigação. p. 225-241. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) A Cultura da Mangueira. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Quaggio, J.A. 1996. Adubação e calagem para mangueira e qualidade dos frutos. p. 106-135. *In*: São A.R. José, I.V.B. Souza, J. Martins Filho, and O.M. Morais (ed.) Manga, tecnologia de produção e mercado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- Quaggio, J.A., and C.T. Piza Jr. 2001. Micronutrientes para frutíferas tropicais. p. 459-491. *In*: M.E. Ferreira, M.C.P. Cruz, B. van Raij, and C.A. Abreu. Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura. CNPq/FAPESP/POTAFÓS, São Paulo.
- Raij, B. van, H. Cantarella, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani. 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agronômico de Campinas. Boletim Técnico, 100.
- Ram, S.B.L.D., and S.C. Sirohi. 1989. Internal fruit necrosis on mango and its control. *Acta Horticultae*, Leuven, Belgium 231:805-813.
- Ruhele, G.D., and R.B. Ledin. 1955. Mango growing in Florida. Florida: Agriculture Experimental Station, Bulletin 574.
- Rossetto, C.J., P.R. Furlani, N. Bortoletto, J.A. Quaggio, and T. Igue. 2000. Differential response of mango varieties to boron. *Acta Horticulturae*, Leuven, Belgium 509:259-264.
- Samra, J.S., and Y.K. Arora. 1997. Mineral Nutrition. *In*: R.E. Litz. The Mango, botany, production and uses. Cab International, New York.
- Schaffer, B., A.W. Whiley, and J.H. Crane. 1994. Mango. p. 165-198. *In*: B. Schaffer, and P. Andersen. Handbook of environmental physiology of fruit crops. Library of Congress, Florida, USA.
- Silva, E.M. da, A.C. de Q. Pinto, and J.A. de Azevedo. 1996. Manejo da irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília (Documentos 61).
- Silva, C.R. de R. 1997. Fruticultura tropical, mangicultura, tecnologia de produção. UFLA/FAEP, Lavras-MG.
- Silva, D.J., J.A. Quaggio, P.A. da C. Pinto, A.C. de Q. Pinto, and A.F. de J. Magalhães .

2002. Nutrição e Adubação. p. 192-221. *In*: P.J. de C. Genu, and A.C. de Q. Pinto. A Cultura da Mangueira. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Singh, Z., and B.S. Dhillon. 1987. Effect of foliar application of boron on vegetative and panicle growth, sex expression, fruit retention and physico-chemical characters of fruits of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dashehari. *Tropical Agriculture* 64:305-308.
- Sousa, D.M.G. de, L.N. de Miranda, E. Lobato, and L.H.R. Castro. 1998. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos Cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 13:193-198.
- Sousa, D.M.G. de, E. Lobato, and T.A. Rein. 2004. Adubação com fósforo. p. 147-168. *In*: D.M.G. de Sousa, and E. Lobato (ed.) Cerrado, correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Souza, J. da S., C.O. Almeida, J.L.P. Araújo, and C.E.L. Cardoso. 2002. Aspectos Socio-econômicos. p. 20-29. *In*: P.J.C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) A Cultura da Mangueira. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Stassen, P.J.C., B.H.P. van Vuuren, and S.J. Davie. 1997. Macro elements in mango trees: Uptake and distribution. *S. African Mango Growers' Association Yearbook*, Tzaneen, South Africa 17:16-19.
- Sturrock, T.T. 1968. Genetics of mango polyembryony. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Florida 80:350-354.
- Sumner, M.E. 1999. The use and misuse of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in foliar diagnosis. *Simpósio sobre Monitoramento Nutricional para Recomendação de Adubação de Culturas*. POTAFOS, Piracicaba, São Paulo. CD-ROM.
- Young, T.W., and R.C.J. Koo. 1971. Mineral composition of mango Florida leaves. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Florida 82:324-328.

8. Mamoeiro

Arlene Maria Gomes Oliveira¹
Luiz Francisco da Silva Souza¹
Eugênio Ferreira Coelho¹

8.1. Introdução

Em 2004, a produção mundial de mamão foi cerca de 6,8 milhões de toneladas das quais, cerca de 1,6 milhões foram produzidas pelo Brasil (Tabela 8.1). O rendimento médio brasileiro é da ordem de 46,81 t e, entre os países produtores, é considerada a mais elevada.

O mercado internacional demanda em torno de 300.000 t de frutos, com taxa de crescimento anual da ordem de 5%.

No contexto mundial, o México ocupa o primeiro lugar nas exportações de frutos (97.000 t em 2004), seguido pela Malásia (58.000 t) e Brasil (36.000 t) (Tabela 8.2).

No que tange a importação, os Estados Unidos ocupam o primeiro lugar com (130.000 t em 2004), seguido pela China (55.000 t) e Cingapura (19.000 t).

8.2. Clima, solo e planta

8.2.1. Clima

O mamoeiro é uma planta tipicamente tropical, com crescimento vegetativo em regiões com temperaturas variando de 22 a 26°C. Em temperaturas superiores a 30°C a taxa de assimilação líquida é significativamente diminuída, chegando a 50% do seu potencial máximo aos 50°C. Temperaturas elevadas, segundo Dantas e Castro Neto (2000), influenciam a taxa de desenvolvimento dos frutos.

O mamoeiro se desenvolve bem em regiões com regime pluviométrico de 1800 e 2000 mm anuais, bem distribuídos. Em condições de déficit hídrico apresenta redução do seu porte e leve clorose das folhas mais velhas, com posterior abscisão.

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil. E-mail: arlene@cnpmf.embrapa.br, lfran@cnpmf.embrapa.br, ecoelho@cnpmf.embrapa.br.

Por outro lado, o excesso de água prejudica o seu desenvolvimento e, dois dias de encharcamento são suficientes para causar a morte das plantas, e as sobreviventes apresentam lenta recuperação. Como consequência de prolongados períodos de chuvas fortes e encharcamento, mesmo que temporário, a planta pode apresentar desprendimento prematuro das folhas inferiores, amarelecimento das folhas mais novas, troncos finos e longos, produções reduzidas e maior incidência de podridão do colo, causada por fungos do gênero *Phytophthora* (Oliveira *et al.*, 1994).

Tabela 8.1. Produção e área colhida nos principais países produtores de mamão.

Países	Produção (1.000 t de frutos)									
	Anos									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Brasil	1.041	933	1301	1.378	1.402	1.440	1.490	1.598	1.715	1.612
Nigéria	648	662	675	751	748	748	748	755	755	755
Índia	478	540	620	582	660	700	700	700	700	700
México	483	497	594	576	569	672	873	876	956	956
Indonésia	586	382	361	490	450	429	501	605	627	733
Etiópia	n.d.	n.d.	n.d.	180	180	197	223	226	230	230
Congo	225	224	226	227	220	213	206	210	211	211
Peru	140	136	147	165	171	171	159	173	191	195
China	146	146	154	131	175	154	159	163	165	154
Filipinas	57	60	65	63	72	76	77	128	131	132
Outros	763	778	859	878	997	1014	1.104	1.082	1.094	1.079
Total	4.567	4.358	5.002	5.421	5.644	5.814	6.240	6.516	6.775	6.757
	Área colhida (1.000 ha)									
Brasil	33	33	39	40	39	40	35	36	36	34
Nigéria	80	80	82	90	90	90	90	91	91	91
Índia	42	46	70	60	60	70	70	80	80	80
México	14	17	20	20	17	17	22	20	26	26
Indonésia	11	10	10	10	10	9	10	10	32	29
Etiópia	n.d.	n.d.	n.d.	9	9	10	11	11	11	11
Congo	13	13	13	14	13	13	13	12	12	12
Peru	11	12	13	14	14	13	12	12	13	13
China	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
Filipinas	5	5	5	6	6	6	6	9	9	9
Outros	57	59	65	63	70	72	78	78	80	79
Total	270	279	321	331	333	345	352	364	396	390

Fonte: FAO, 2004.

Tabela 8.2. Exportação mundial de mamão.

Países	Exportação									
	Anos, valor, quantidade (em 1.000)									
	2000		2001		2002		2003		2004	
t	US\$	t	US\$	t	US\$	t	US\$	t	US\$	
México	60	24	74	30	69	30	75	44	97	73
Malásia	44	18	54	25	61	26	71	27	58	22
Brasil	22	18	23	19	29	22	39	29	36	27
Belize	6	9	6	5	11	8	17	11	29	17
Estados Unidos	6	14	8	17	7	14	7	14	10	16
Holanda	3	7	4	7	3	7	11	17	10	17
Equador	4	0	4	0	2	0	4	1	7	2
China	0	0	0	0	1	0	6	1	4	1
Índia	12	4	2	1	3	1	4	1	3	1
Filipinas	3	3	4	5	4	5	1	2	3	4
Outros	18	15	18	15	22	18	18	15	20	23
Total	177	112	198	124	213	131	253	163	277	203

Fonte: FAO, 2004.

A altitude recomendada para o cultivo do mamoeiro é de até 200 m acima do nível do mar, embora sejam citadas algumas variedades, produzindo satisfatoriamente em regiões de maior altitude. Ventos fortes podem provocar o fendilhamento e queda das folhas, reduzindo a área foliar e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética, além de expor os frutos aos raios solares, sujeitando-os a queimaduras. Podem provocar a queda de flores, de frutos e de plantas em produção, que tombam em virtude da sua constituição herbácea e sistema radicular fraco. Em regiões com ventos fortes deve-se proteger o plantio com quebra-ventos, plantando-se bordaduras com espécies apropriadas para diminuir os efeitos danosos do vento (Oliveira *et al.*, 1994).

O mamoeiro apresenta bom desenvolvimento em umidade relativa do ar entre 60% e 85%, a abertura e fechamento dos estômatos é controlado pelo déficit de vapor de pressão de ar. O déficit hídrico no solo, associado ao déficit de pressão de vapor no ar, promove redução da taxa fotossintética e estomática (Dantas e Castro Neto, 2000).

O efeito da radiação solar sobre a assimilação de CO₂ no mamoeiro segue o padrão para a maioria das plantas C₃, e o ponto de saturação luminoso é relativamente alto, em torno de 1000 mmol.m⁻².s⁻¹. Nos trópicos, em dias ensolarados com densidade de fluxo de fótons superiores a 2000 mmol.m⁻².s⁻¹, o mamoeiro apresenta fotoinibição. Quando cultivado sombreado, o mamoeiro apresenta redução no tamanho das plantas, na área foliar, na densidade de estômatos, no comprimento das células do mesófilo e no peso específico e espessura da folha por outro lado, ocorre aumento da quantidade de clorofila da folha (Dantas e Castro Neto, 2000).

8.2.2. Solo

No Brasil, 85% do mamão é produzido nos Estados da Bahia e Espírito Santo. As classes de solos mais cultivados são Latossolos e Podzólicos Amarelos os quais, são pobres em nutrientes, em geral álicos, de textura arenosa na superfície e com horizontes subsuperficiais coesos, fortemente adensados, que impedem o deslocamento de água no perfil e o aprofundamento radicular. O relevo, em geral, varia de plano a suave ondulado (Ribeiro, 1996). Os solos adequados para o desenvolvimento do mamoeiro apresentam textura média ou areno-argilosa, ricos em matéria orgânica e pH entre 5,5 a 6,7. Solos argilosos são mais propensos à formação de camadas compactadas e menor aeração, agravando os problemas com encharcamento. A condição ideal de desenvolvimento do sistema radicular do mamoeiro está ligada aos solos com boa profundidade, aeração e drenagem. Solos rasos, com presença de camadas coesas ou compactadas na superfície ou subsuperfície, apresentam limitação física ao desenvolvimento radicular, agravando os problemas de déficit e excesso de água. Caso seja necessário, o uso de solos argilosos e, ou, com presença de camadas adensadas, deve-se efetuar subsolagem a 0,5 m ou mais de profundidade.

8.2.3. Planta

A espécie *Carica papaya* L. apresenta plantas masculinas, femininas e hermafroditas, de crescimento rápido, atingindo alturas entre 3 e 8 m. O caule se apresenta com diâmetro entre 0,1 e 0,3 m, ereto, indiviso, herbáceo, fistuloso, terminando com uma concentração de folhas na região apical, disposta de forma espiralada. As folhas se apresentam, de forma alternada no tronco, com grandes limbos foliares, de lâminas ovais ou orbiculares, palmatilobadas, com 7 a 11 nervuras. Os pecíolos são fistulosos, cilíndricos, de comprimento variando de 0,5 à 0,7 m, podendo atingir 1,0 m. O sistema radicular é pivotante, com ramificações radiais, com raiz principal napiforme (Dantas e Castro Neto, 2.000).

8.3. Manejo do solo e da cultura

No preparo do solo, deve-se observar as condições adequadas de umidade para o funcionamento das máquinas e equipamentos agrícolas. As operações de preparo do solo consistem em uma aração e, 20 a 30 dias depois, uma ou duas gradagens. Em solos com horizontes compactados, recomenda-se a subsolagem a 50 cm de profundidade (Oliveira, 1999b).

O mamoeiro apresenta bom desenvolvimento em solos com pH variando de 5,5-6,7. Em solos mais ácidos (pH <5,5) com teor de alumínio trocável (Al) superior a 4 mmol_c dm⁻³ e os de Ca⁺² + Mg⁺² menores que 20 mmol_c dm⁻³, a correção da acidez se faz necessária. A aplicação de calcário, quando recomendada, deve ser realizada com antecedência de dois a três meses do plantio, e se o teor de Mg²⁺ for inferior a 9 mmol_c dm⁻³, deve-se dar preferência ao calcário dolomítico.

Com relação ao Ca^{2+} o teor mínimo recomendável no solo é de $20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

As mudas podem ser produzidas em leiras, ou em canteiros compostos de recipientes plásticos. A semeadura é feita em sacolas de polietileno, torrão paulista e canteiros móveis (bandejas de isopor ou tubetes). Dentre esses, o recipiente mais utilizado é a sacola de polietileno com dimensões de $7,00 \text{ cm} \times 18,50 \text{ cm} \times 0,06 \text{ cm}$, ou $15,00 \text{ cm} \times 25,00 \text{ cm} \times 0,06 \text{ cm}$ (largura, altura e espessura, respectivamente). Deve-se produzir um excedente de, aproximadamente 15% em relação ao plantio previsto, para compensar falhas na germinação, perdas no viveiro e replantio no campo.

O mamoeiro pode ser plantado em qualquer época do ano e, em cultivo em regime de sequeiro, as mudas devem ser levadas para o campo no início das chuvas, e plantadas em dias nublados ou chuvosos. Como o mamoeiro é uma fruteira de ciclo relativamente curto e, considerando que a colheita começa em torno de dez meses após o plantio no campo, pode-se planejar a implantação da lavoura, iniciando a produção quando os preços de mercado estão em alta e, dessa forma, obtêm-se um maior número de colheitas com preço compensador.

As covas devem ter as dimensões de $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$. Nas grandes plantações, tem-se optado pelo sulcamento da área de plantio a uma profundidade de 30 a 40 cm. Esse método, em escala, é o mais eficiente e minimiza os custos operacionais. No caso do plantio de variedades do grupo “Solo”, devem ser plantadas três mudas por cova, fazendo-se o desbaste na época da floração, deixando-se apenas uma planta hermafrodita, que produzirá frutos com formato adequado para o mercado consumidor. No caso de variedades do grupo “Formosa”, o mercado não apresenta exigências quanto ao formato do fruto, devendo-se plantar apenas uma muda por cova.

8.4. Nutrição mineral

8.4.1 Extração e exportação de nutrientes

Estudos com a cultura do mamoeiro para determinar a absorção de nutrientes, demonstraram que a planta absorve quantidades relativamente elevadas de nutrientes, e apresenta exigências contínuas, atingindo o máximo aos 12 meses. (Figuras 8.1 e 8.2). A característica de colheitas intermitentes, a partir do início de produção, demonstra que a planta necessita de suprimentos de água e nutrientes freqüentes, permitindo o fluxo contínuo de produção de flores e frutos.

O mamoeiro apresenta três fases de desenvolvimento distintas: 1) formação da planta; 2) floração e frutificação; 3) produção. Com as quantidades de nutrientes absorvidas pela planta, determinadas pela marcha de absorção da Fig. 8.1, obtêm-se a distribuição percentual de cada nutriente, absorvido ao longo do ciclo fenológico do mamoeiro (Tabela 8.3). Essa distribuição mostra que a demanda em cada fase

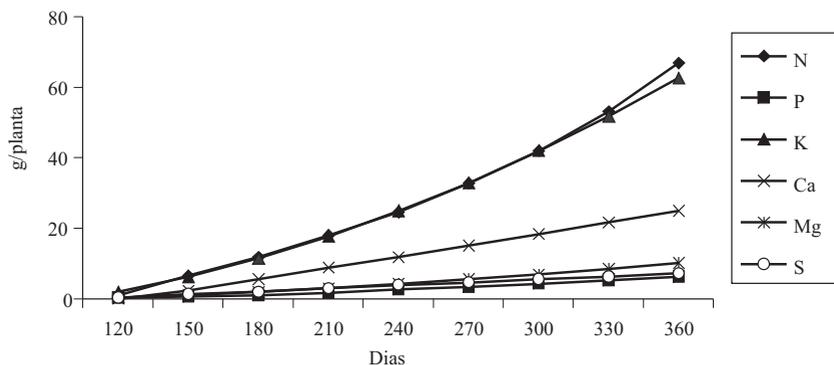


Fig 8.1. Marcha de absorção de macronutrientes pelo mamoeiro, adaptado de Cunha (1979).

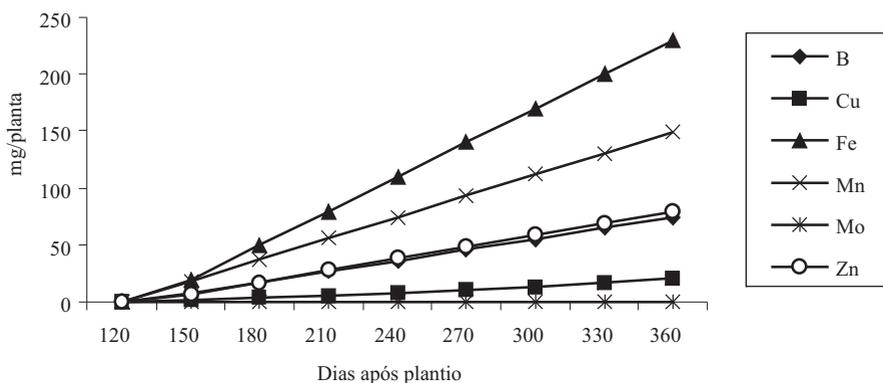


Fig. 8.2. Marcha de absorção de micronutrientes pelo mamoeiro, adaptado de Cunha (1979).

de desenvolvimento é distinta e crescente, com os maiores percentuais na fase de produção. As quantidades de nutrientes absorvidas pela parte aérea da planta, incluindo flores e frutos, com 360 dias de idade, numa densidade de 1650 plantas por hectare, foram: macronutrientes (kg ha^{-1}) N, 104; P, 10; K, 108; Ca, 37; Mg, 16; S, 12. Os quantitativos de micronutrientes são: (g ha^{-1}) B, 102; Cu, 30; Fe, 338; Mn, 211; Mo, 0,25 e Zn, 106 (Cunha 1979). No primeiro ano de cultivo, a planta apresenta exportação de nutrientes pelos frutos, menor do que nos anos subsequentes, são considerados apenas três a quatro meses de colheita.

Tabela 8.3. Distribuição percentual de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no ciclo fenológico do mamoeiro, com base na marcha de absorção estabelecida por Cunha (1979).

Período		N	P	K
		----- % -----		
Formação	1 ^o ao 4 ^o mês	1,7	2,6	3,1
Floração e frutificação	5 ^o ao 6 ^o mês	16,2	15,3	15,1
	7 ^o e 8 ^o mês	19,2	21,3	21,2
Produção (colheita)	9 ^o e 10 ^o mês	25,8	27,3	27,3
	11 ^o e 12 ^o mês	37,1	33,5	33,3

Fonte: Oliveira, 2002a.

Para os macronutrientes, as menores quantidades relativas acumuladas nos órgãos reprodutivos do mamoeiro são de Mg e Ca, representando, respectivamente, taxas de 12,5% e 13,5% dos totais absorvidos. Apesar da baixa quantidade total de P absorvida, no primeiro ano, 30% são acumulados nas flores e frutos. Enquanto N, K e S apresentam acumulações nos órgãos reprodutivos, na faixa de 24 a 25% dos totais absorvidos.

Dos micronutrientes, apesar das pequenas quantidades absorvidas, o Mo é, em termos relativos, o mais acumulado nas flores e frutos (36% do total absorvido). Para o B, Cu e Zn as taxas de acumulação nos órgãos reprodutivos, situam-se em torno de 20%. Por outro lado, Mn e Fe, apesar das maiores quantidades absorvidas, apresentam menores taxas relativas de acumulação (14 e 16%) nas flores e frutos, no primeiro ano de cultivo.

No segundo ano de cultivo, o mamoeiro entra em processo de colheitas contínuas. Cunha (1979), considerando produtividade média anual de 49 t ha⁻¹ ano⁻¹, demonstraram que a exportação de macronutrientes, em kg ha⁻¹, durante 12 meses de colheita, foi na ordem de: N, 87; P, 10; K, 103; Ca, 17; Mg, 10; e S, 10. Para os micronutrientes, esses teores anuais exportados foram (g ha⁻¹ano⁻¹): B, 48; Cu, 16; Fe, 164; Mn, 90; Mo, 0,38; e Zn, 68. Embora o B ocupe o quarto lugar na exportação pela colheita, a manifestação da sua deficiência é comum em plantios, onde não são efetuadas adubações com esse nutriente.

8.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): É o elemento que fomenta o crescimento vegetativo, não podendo faltar nos primeiros cinco a seis meses, após o plantio. Na deficiência de N, os sintomas iniciam-se nas folhas maduras, que apresentam áreas amarelas entre as nervuras. Posteriormente, essas folhas tornam-se amareladas, senescendo e destacando-se do tronco, podem ainda, apresentar necrose com o centro marrom e margens púrpuras

(Foto 8.1). Com o agravamento da deficiência, toda a folhagem torna-se amarela, as folhas novas se apresentam com pecíolo mais delgado, e limbo foliar menos desenvolvido (Costa e Costa, 2003; Cunha, 1979 e Cibez e Gaztambide, 1978). O excesso de N proporciona crescimento excessivo do mamoeiro, com maior distância entre os frutos no tronco e polpa menos consistente.

Marinho *et al.* (2001) analisando frutos de mamão da variedade “Sunrise Solo”, cultivados sob diferentes doses e fontes de N, observaram que o aumento das doses não afetou o pH e o teor de ácido cítrico dos frutos. Porém, houve interferência da fonte utilizada, onde o aumento das doses na forma de sulfato de amônio reduziu, linearmente, a porcentagem de sólidos solúveis totais, porém, com o nitrato de amônio não se observou mudanças nessa variável. Por outro lado, Luna e Caldas (1984), Viégas *et al.* (1999) e Oliveira *et al.* (2002b) observaram que a adubação com diferentes doses de uréia, como fonte de N, não alterou os teores de sólidos solúveis totais. Marinho *et al.* (2001) sugerem que o ânion acompanhante tem influência sobre a concentração final de sólidos solúveis totais.

Fósforo (P): Embora seja o macronutriente requerido em menor quantidade pelo mamoeiro, seu acúmulo na planta é de forma crescente e uniforme, apresentando maior importância na fase inicial do desenvolvimento radicular, razão pela qual é necessário adubar as plantas jovens com P prontamente disponível. É citado ainda, que esse nutriente apresenta efeito sobre a fixação do fruto na planta.

Cibez e Gaztambide (1978) trabalhando em solução nutritiva observaram que o sintoma de deficiência de P aparece, inicialmente nas folhas mais velhas, que apresentam um mosqueado amarelo ao longo das margens. Com a evolução da carência, as áreas amarelas tornam-se necróticas, as folhas apresentam as pontas dos lóbulos e as margens enroladas para cima. Posteriormente, as folhas amarelecem completamente e soltam-se do tronco. As folhas novas apresentam-se menores e com tonalidade verde-escura. Costa e Costa (2003) descrevem o sintoma de deficiência de fósforo, iniciando-se com o aparecimento de manchas púrpuras no limbo das folhas maduras, onde o centro de cada mancha torna-se necrótico com o tempo, com tonalidade tendendo para marrom.

Potássio (K): É um dos nutrientes mais requerido pelo mamoeiro, sendo exigido de forma constante e crescente, durante todo o ciclo da planta. Possui importância particular, após o estágio de florescimento e frutificação, por proporcionar frutos maiores, com teores mais elevados de açúcares e sólidos solúveis totais (melhor qualidade do fruto).

A relação N:K₂O de 1:1 parece ser a mais favorável para à obtenção de boas produtividades, de forma que nas adubações os fertilizantes devem apresentar relações N:K₂O próximas a 1:1 (Gaillard, 1972; Coelho *et al.*, 2001; Oliveira e Caldas, 2004).

A deficiência de potássio é evidenciada, primeiramente nas folhas mais velhas. Observa-se a redução do número de folhas, com pecíolo em posição oblíqua em relação ao tronco. As folhas mais velhas se apresentam com cor amarelo-esverdeada, entre as nervuras e nas margens. Nas extremidades dos lóbulos dessas folhas, posteriormente, surge uma leve necrose marginal. As folhas tendem a secar da ponta para o centro. Por sua vez, as folhas em desenvolvimento apresentam-se com os bordos cloróticos, com pequenos pontos necróticos. Quando a deficiência é severa o ponto de crescimento da planta é afetado (Costa e Costa, 2003; Cunha, 1979; Cibes e Gaztambide, 1978).

Cálcio (Ca): É o terceiro nutriente mais requerido pelo mamoeiro, e se acumula de forma crescente e uniforme. Segundo Awada e Suchisa (1984), na deficiência de Ca observa-se, inicialmente, clorose das folhas recém-maduras, com pequenos pontos necróticos espalhados pelo limbo. Essa clorose se estende, posteriormente, para as folhas mais novas e as folhas afetadas apresentam pecíolos tortos e dobrados. Porém, Costa e Costa (2003) consideram que os sintomas iniciais de deficiência de cálcio, manifestam-se nas folhas mais novas em expansão, que apresentam suas margens encurvadas, prejudicando o seu desenvolvimento. Ressaltam ainda, que a deficiência de cálcio é responsável pelo amolecimento da polpa do fruto, provocando sua menor resistência ao transporte e menor tempo de prateleira na comercialização.

Magnésio (Mg): Na deficiência de magnésio, as folhas maduras apresentam cor amarela intensa, enquanto as áreas próximas às nervuras permanecem verdes (Foto 8.2). Quando a deficiência é acentuada, as folhas novas apresentam sintomas semelhantes.

Enxofre (S): O enxofre participa da composição química da papaína (enzima proteolítica) e, em termos gerais, desempenha na planta funções que determinam aumentos na produção e qualidade do fruto. O íon sulfato favorece a atividade de enzimas anabólicas com conseqüente acúmulo de carboidratos polimerizados (amido) e de componentes nitrogenados polimerizados (proteínas). Na deficiência de S as folhas novas (em expansão) apresentam-se verde-claras, tornando-se uniformemente amareladas. Com o agravamento da deficiência as folhas, completamente expandidas, também se tornam amareladas. Antes que os sintomas visuais nas folhas se apresentem, o crescimento do mamoeiro é prejudicado. O íon sulfato é importante na competição com o íon Cl^- , comumente adicionado ao solo pelo uso de adubos, como cloreto de potássio.

Boro (B): É o micronutriente mais importante para o mamoeiro, pois afeta a qualidade e produção de frutos. São citadas como causas de deficiência a calagem ou acidez excessivas, deficiência hídrica, alta luminosidade, baixo teor de matéria orgânica e de B no solo (Oliveira, 1999a).

Na deficiência severa de B os pontos de crescimento da parte aérea e de raízes são

afetados, os frutos se apresentam com aspecto encaroçado e mal formados, com escurimento de látex pela casca em um a cinco pontos bem distintos (Wang e Ko, 1975). Ocorrem ainda, abortamentos de flores em períodos de estiagem, produção de frutos de forma alternada no tronco, folhas amareladas com pecíolos curtos e o sistema vascular, pode ou não se apresentar escurecido (Foto 8.3).

Zinco (Zn): A deficiência de Zn se apresenta como clorose entre as nervuras das folhas em expansão, que se torna, posteriormente em manchas de cor púrpura. Com o agravamento da deficiência, as folhas mais jovens ficam de tamanho reduzido, podendo apresentar necrose nas bordas e no limbo (entre as nervuras principais); observa-se ainda o encurtamento dos internódios (Costa e Costa, 2003).

Diagnose foliar do estado nutricional da planta: Consiste na avaliação do estado nutricional da cultura por meio da análise química das folhas, sendo uma importante ferramenta para o acompanhamento do estado nutricional da planta. Para que seja utilizada, adequadamente, é necessário que se observe, principalmente, a época de amostragem e posição das folhas coletadas. Para o mamoeiro, existem controvérsias quanto ao tecido que melhor represente o seu estado nutricional, em relação à maioria dos nutrientes. Diversos autores estabeleceram os índices nutricionais, tomando como base o limbo foliar (Tabela 8.4).

Tabela 8.4. Teores padrões de macro e micronutrientes no limbo das folhas do mamoeiro, indicados por alguns autores.

Nutriente	Cunha, 1979	Nautiyal <i>et al.</i> ,1986 Agarwala <i>et al.</i> , 1986 ⁽¹⁾	Cibes e Gartambide, 1978	Prezotti. 1992
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----			
N	42,4	-	22,5	45-50
P	5,2	-	8,2	5-7
K	38,1	-	15,8	25-30
Ca	12,9	-	36,1	20-22
Mg	6,5	-	12,1	10
S	3,1	-	12,1	4-6
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----			
B	136	17,3	109	15
Fe	-	140,0	252	291
Mn	-	62,7	88	-
Zn	-	22,4	-	43
Cu	-	11,8	-	11
Mo	-	1,85	-	-

⁽¹⁾ Valores obtidos em plantas cultivadas em solução nutritiva contendo todos os nutrientes.

Existem, também, índices nutricionais estabelecidos a partir dos pecíolos das folhas e os sugeridos por Awada (1969, 1976 e 1977), Awada e Long (1969, 1971a, 1971b e 1978), Awada e Suehisa (1984) e Awada *et al.* (1975). Esses autores sugerem como satisfatórios (mg kg^{-1}) os seguintes valores: N, 12,5 a 14,5; P, 1,6 a 2,5; K, 36,1 e Ca, 7,3 a 9,3. Por outro lado, em estudos desenvolvidos no Brasil, na região produtora de mamão no Norte do Espírito Santo, foram estabelecidos padrões de referências para o desenvolvimento do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação para o mamoeiro (DRIS) (Tabela 8.5). Nesses estudos, Costa (1995) obteve em relação ao pecíolo da folha do mamoeiro, as melhores correlações para determinar o estado nutricional da planta. Foi constatado, que a quantidade de água disponível para as plantas, também influenciou os teores de nutrientes nas folhas, de maneira que a época da seca apresentou os índices nutricionais melhores ajustados.

Tabela 8.5. Teores padrões de macro e micronutrientes no pecíolo das folhas do mamoeiro, nas épocas seca e chuvosa.

Nutriente	Estação	
	Seca	Chuvosa
Macronutriente	----- g kg^{-1} -----	
N	11,0	26,4
P	1,7	1,6
K	28,1	24,9
Ca	18,4	16,5
Mg	5,3	5,7
S	2,6	3,2
Micronutriente	----- mg kg^{-1} -----	
B	25,2	23,1
Fe	51,0	43,3
Mn	41,7	42,9
Zn	15,3	10,5
Cu	2,4	2,9

Fonte: Costa, 1995.

As folhas para análise química devem ser amostradas de uma mesma cultivar, de plantas com a mesma idade (cronológica e fisiológica) e que representem a média da plantação. Deve-se coletar apenas as folhas que apresentarem em sua axila uma flor prestes a abrir, ou recentemente aberta, com um mínimo de 12 folhas por amostra. Separar o limbo do pecíolo, e analisar separadamente.

8.5. Adubação

O mamoeiro é uma planta de crescimento, florescimento e frutificação contínuos e concomitantes, com uma demanda alta e constante por nutrientes. Gaillard (1972), num ensaio exploratório com mamoeiros do grupo Solo, observou que a adubação com K é benéfica ao crescimento e rendimento da cultura, sendo que as doses do

elemento por planta não deve ultrapassar 300 g. Foi observado, também, que a maior produção de frutos foi obtida com o tratamento 250 g de N e 250 g de K_2O planta⁻¹, com relação N: K_2O de 1:1. Grandes quantidades de N e K na relação de (500 g N e 500 g K_2O planta⁻¹) apresentaram efeito depressivo sobre o rendimento.

No Brasil, Luna e Caldas (1984) estudando a resposta do mamoeiro “Solo” a três níveis de N (0, 200, 400 kg N ha⁻¹), P (0, 80, 160 kg P_2O_5 ha⁻¹) e K (0,60, 120 kg K_2O ha⁻¹) observaram respostas significativas e positivas para N e P com relação, entre outros parâmetros, ao peso médio do fruto e produção total, contudo, não constataram nenhum efeito para o K, tendo observado, ainda, que o maior rendimento de frutos foi obtido com 200 kg N ha⁻¹ e 160 kg P_2O_5 ha⁻¹. Por outro lado, Oliveira e Caldas (2004) observaram efeitos significativos para aplicação de nitrogênio e potássio, e o ponto de máximo rendimento físico foi estimado em 93,41 t ha⁻¹ ano⁻¹ de frutos, no primeiro ano de colheita, nas doses máximas de 347 e 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K_2O , respectivamente. Além da quantidade de fertilizantes, a adubação é uma prática, cujo sucesso depende da época de aplicação e da localização do adubo.

A análise química do solo fornece subsídios para definir as quantidades de nutrientes a serem aplicadas ao mamoeiro. Na Tabela 8.6 são apresentadas as recomendações de adubação com base na análise de solo e produtividades esperadas. No segundo ano após o plantio, deve-se fazer nova análise de solo, para ajustar a adubação, seguindo-se às recomendações descritas na Tabela 8.6.

O mamoeiro deve ser adubado a intervalos freqüentes, devendo-se dar preferência às fontes solúveis de nutrientes, sendo que pelo menos uma delas deve conter S. Estudos de distribuição do sistema radicular do mamoeiro, em solos dos Tabuleiros Costeiros brasileiros, têm demonstrado que a concentração do sistema radicular, localiza-se em raio inferior a 60 cm, ao redor do tronco e à profundidade de 30cm. Em áreas irrigadas com uso de subsolagem, a raiz pivotante atingiu até 1,0 m de profundidade. Em função dessas informações, Costa *et al.* (2003) indicam que a adubação de cobertura a lanço, deve ser distribuída uniformemente, entre a parte mediana da projeção da copa e o tronco da planta.

A adubação com micronutrientes pode ser feita na cova, em cobertura no solo ou via foliar. O Boro recomendado pela análise de solo, deve ser parcelado em duas frações ao ano. Optando-se pelo uso de “Fritas”(FTE), deve-se aplicar na cova em torno de 50 a 100g de FTE Br-8, ou FTE Br-9, sempre tendo como base o conteúdo de B do produto (de 1 a 2 g de B cova⁻¹).

O mamoeiro responde bem à incorporação de compostos orgânicos, que tem como vantagens, a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, devendo-se, sempre que possível, utilizar adubos como tortas de mamona ou cacau, esterco bovino ou de galinha, compostos diversos etc. Não se deve, entretanto, utilizar restos do mamoeiro como adubo orgânico, pois esse material pode inibir o crescimento da planta.

Tabela 8.6. Recomendação de adubação, com base na análise química do solo, para pomares no segundo ano.

Fase de Desenvolvimento	N	P-resina (mg dm ⁻³)		K-trocável (mmol _c dm ⁻³)		B água quente (mg dm ⁻³)				
		0-12	13-30	0-1,5	1,6-3,0	0-0,2	0,2-0,6	>0,6		
kg ha ⁻¹										
		P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)		K ₂ O (kg ha ⁻¹)		B (kg ha ⁻¹)				
Plantio	60 ⁽¹⁾	60	40	20	-	-	-	-		
Dias após o plantio										
30	10	-	-	-	20	15	10	1	0,5	0
60	10	20	15	10	20	15	10	-	-	-
90	20	-	-	-	20	15	10	-	-	-
120	20	20	15	10	20	15	10	-	-	-
Início da floração aos 360 dias										
Produção esperada (t ha ⁻¹)										
30-50	180	60	40	20	220	140	60	1	0,5	0
50-70	230	70	50	30	270	180	80	1	0,5	0
>70	280	80	60	40	320	210	100	1	0,5	0
Segundo ano										
30-50	200	130	80	40	240	160	80	2	1	0
50-70	240	150	100	50	280	190	95	2	1	0
>70	280	170	120	60	320	220	110	2	1	0

⁽¹⁾Fonte orgânica.Fonte: Oliveira *et al.*, 2004.

8.6. Irrigação

A irrigação permite a obtenção de maiores e melhores frutos, melhor cobertura das folhas, que proporciona a redução da ocorrência de queimaduras dos frutos pelo sol.

8.6.1. Métodos de irrigação

Os métodos de irrigação mais recomendados para a cultura do mamoeiro têm sido os pressurizados, irrigação por aspersão convencional e localizada. Dentre os sistemas de irrigação por aspersão, os sistemas autopropelidos e os pivôs centrais são os mais utilizados.

Nos sistemas de irrigação localizada, tanto o gotejamento como a microaspersão vêm sendo muito utilizados. A microaspersão funciona com baixa pressão (100 kPa a 300 kPa) e vazão por microaspersor entre 20 L h⁻¹ e 175 L h⁻¹. A disposição dos emissores é normalmente de um emissor para duas ou quatro plantas, sendo esperada uma uniformidade de distribuição de água nesses emissores acima de 85%.

O gotejamento, que funciona na faixa de pressão de 50 kPa a 250 kPa, com vazões mais comuns entre 2 L h⁻¹ e 4 L h⁻¹, é recomendado para o mamoeiro com dois gotejadores de vazão, próxima ou igual a 4 L h⁻¹, para cada planta, instalados a 0,25 m do pé da planta para solos arenosos e a 0,50 m para solos argilosos. O sistema de gotejamento pode ser superficial ou subsuperficial. Quando subsuperficiais, recomenda-se o uso de gotejadores de fluxo turbulento, de vazão igual ou próxima de 2 L h⁻¹, sendo os mesmos enterrados de 0,20 a 0,3 m de profundidade, de forma a prover uma distribuição de água que possa facilitar o desenvolvimento das raízes, mantendo uma adequada relação ar/água ao sistema radicular, recomenda-se o plantio no período chuvoso, para estabelecer no período de déficit hídrico, um sistema radicular suficiente, para usar a água disponível no volume molhado, criado pelo gotejador.

O sistema de microaspersão proporciona maior área molhada ao solo, proporcionando melhores condições às raízes de se desenvolverem, entretanto as diferenças em produtividade comparadas ao gotejamento superficial ao longo da fileira de plantas são pequenas (inferiores a 10%). A utilização do gotejamento subsuperficial em solos de Tabuleiros Costeiros, plantado com mamoeiro do grupo Solo, resultou em produtividade média 15% menor que a obtida com uso do sistema superficial.

8.6.2. Necessidade hídricas

Os trabalhos de pesquisa têm mostrado que em condições de baixa demanda de evapotranspiração (temperatura amena, reduzido número de horas de céu claro, umidade relativa mais alta, vento fraco), o consumo de água do mamoeiro varia de 2 a 4 mm dia⁻¹ até 7 a 8 mm dia⁻¹ em períodos de alta demanda de

evapotranspiração (alta temperatura e luminosidade e baixa umidade relativa). Em condições de elevada demanda atmosférica, com as plantas adultas, em produção entre o 9º e o 12º mês, pode-se recomendar a aplicação máxima diária de até 45 litros de água por planta por dia.

O mamoeiro é uma planta herbácea que possui elevada condutividade hidráulica, o que contribui para elevadas trocas de energia com o ambiente, favorecida, também, pela elevada exposição das folhas à radiação solar. Essas características fazem com que as plantas transpirem muito por unidade área foliar, quando comparadas às espécies que possuem elevada densidade de folhas.

É possível se comparar os valores de transpiração de plantas com superfícies foliares diferentes, e em dias com demandas atmosféricas variáveis, ao se avaliar a transpiração com padronização das plantas, utilizando a área foliar. Para o mamoeiro, Coelho Filho *et al.* (2003a) chegaram à seguinte equação:

$$Tr = 0,56 ETo \quad (1)$$

em que Tr é a transpiração por unidade área foliar (Litros m⁻² de folha dia⁻¹) e ETo é a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

Na Tabela 8.7, são apresentadas as lâminas de irrigação mínimas, sem considerar as perdas de água por evaporação, nem os acréscimos correspondentes às perdas pela ineficiência do sistema de irrigação, calculadas com base na variação da área foliar e na evapotranspiração de referência. Esses valores podem servir como referência para pomares irrigados em que sejam realizados manejos de conservação de água do solo, ou mediante à utilização de sistemas de irrigação altamente eficientes, como é o caso da irrigação com gotejamento subsuperficial.

Tabela 8.7. Valores estimados da transpiração do mamoeiro (L dia⁻¹ planta⁻¹) com base na área foliar (AF) e da evaporação de referência (ETo).

Área foliar m ²	ETo (mm dia ⁻¹)				
	2	3	4	5	6
	----- (L dia ⁻¹ planta ⁻¹) -----				
1	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36
2	2,24	3,36	4,48	5,60	6,72
3	3,36	5,04	6,72	8,40	10,08
4	4,48	6,72	8,96	11,20	13,44
5	5,60	8,40	11,20	14,00	16,80
6	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16
7	7,84	11,76	15,68	19,60	23,52
8	4,48	8,96	13,44	17,92	26,8
9	5,04	10,08	15,12	20,16	30,24
10	5,60	11,20	16,80	22,40	33,60

Fonte: Coelho Filho *et al.*, 2003b.

8.6.3. Fertirrigação

Na aplicação convencional, os nutrientes sólidos são depositados próximos da planta, e na superfície do solo e a solubilização fica dependente das chuvas, ou da irrigação para se movimentar no perfil do solo, podendo ou não serem interceptados pelo sistema radicular. Muitas vezes, esses fertilizantes sólidos são depositados em posições que podem não corresponder à região do solo de maior concentração de raízes.

Na aplicação via água de irrigação, o tempo de chegada do fertilizante às raízes das plantas é significativamente reduzido, uma vez que o fertilizante já solúvel na água, infiltra-se no solo de forma uniforme, em toda região da zona radicular, garantindo máxima interceptação. Com isso, um maior número de raízes passa a absorver nutrientes, fazendo com que a planta possa operar no seu potencial de absorção.

Vantagens da fertirrigação:

1. As quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas à necessidade da planta, em função de seu estágio fenológico e condições climáticas.
2. Economia de mão-de-obra.
3. Redução de atividades de pessoas ou máquinas na área de cultivo, evitando compactação do solo.

Desvantagens:

1. Possibilidade de retorno do fluxo de solução à fonte de água.
2. Possibilidades de entupimentos.
3. Possibilidades de contaminação do manancial subsuperficial ou subterrâneo.

Considerando-se que a produtividade média brasileira no primeiro ano de colheita, de 40 t ha⁻¹ e 60 t ha⁻¹ para o mamoeiro Sunrise Solo e Formosa, respectivamente, esteja abaixo do potencial produtivo dessas variedades, com o manejo adequado de fatores importantes de produção, como água e nutrientes, as produtividades podem ser aumentadas. Os produtores do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo têm relatado que em cultivos irrigados, as produtividades atingem médias de 60 t ha⁻¹ ano⁻¹ e 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ com o plantio das variedades Sunrise Solo e Formosa, respectivamente.

Coelho *et al.* (2002a) e Coelho *et al.* (2002b) obtiveram produtividades próximas de 50 t ha⁻¹, no primeiro ano da cultura para o mamoeiro cv. Sunrise Solo, sob fertirrigação. Em experimento de adubação do mamoeiro com cinco níveis de nitrogênio e potássio (35, 210, 350, 490 e 665 kg ha⁻¹), Coelho *et al.* (2001) obtiveram a máxima produtividade física de frutos correspondente às doses de 490 kg ha⁻¹ de N e 490 kg ha⁻¹ de K₂O, equivalente a uma relação N:K₂O de 1:1.

Resultados semelhantes para o nitrogênio e diferentes para o potássio foram obtidos nos cinco primeiros meses de colheita do mamoeiro cv. Tainung nº 1, em um experimento onde foram avaliados cinco níveis de nitrogênio, cinco níveis de potássio (35, 210, 350, 490 e 665 kg ha⁻¹) e cinco níveis de irrigação (Silva *et al.*, 2003), sendo obtidas as máximas produtividades físicas para 490 kg ha⁻¹ de N e 665 kg ha⁻¹ de K₂O. Silva *et al.* (2003), também, verificaram que os efeitos dos aumentos das doses de nitrogênio e potássio, foram maiores que os efeitos dos aumentos da lâmina de irrigação nos incrementos de produtividade do mamoeiro.

O mamoeiro é uma cultura cuja dinâmica de absorção de nutrientes difere das culturas de ciclo curto, portanto, não há necessidade de frequência diária de aplicação. Os resultados de pesquisas de Coelho e Santos (2003) não mostraram efeito significativo da variável frequência de fertirrigação. No caso das fontes amídicas e amoniacais as frequências de fertirrigação podem ser menores (7–15 dias) para permitirem a absorção do nitrogênio, tanto na forma de amônio como de nitrato. No caso de fontes nítricas, a frequência pode ser maior, três dias. Na implantação da cultura deve-se aplicar o total de nutrientes recomendados no primeiro ano, 15% do N na cova de plantio, na forma orgânica, juntamente com 33% do P, que deve ser colocado na forma de superfosfato simples, para suprir a planta com S.

Em geral, as adubações com nitrogênio e potássio via água de irrigação são parceladas semanal ou quinzenalmente, devendo-se ajustar os intervalos de aplicação de acordo com a resposta da cultura e a economicidade do processo. O fósforo, pela sua menor exigência da cultura e menor mobilidade no solo, deve ser parcelado em intervalos maiores, mensalmente ou de dois em dois meses.

No segundo ano, as quantidades totais recomendadas de nitrogênio e potássio, de acordo com análise de solo, devem ser divididas, igualmente, em 48 ou em 24 parcelas, e aplicadas semanalmente, ou quinzenalmente, respectivamente. A quantidade de fósforo no segundo ano, também deve ser parcelada de dois em dois meses.

A adubação via água ou fertirrigação visa atender à demanda nutricional das culturas, nos períodos corretos de exigência de um determinado nutriente, com menores perdas por processos de lixiviação, fixação e volatilização e aumentar a eficiência do processo de adubação. Porém, assim como os fatores que influenciam os parâmetros de irrigação são acompanhados, devem-se acompanhar os parâmetros nutricionais das plantas para adequação do esquema de fertirrigação, já que as condições edafoclimáticas são variáveis para cada local e a planta é a expressão viva dessas variações, e de todas as interações que ocorrem com o ambiente.

8.7. Referências

- Agarwala, S.C., B.D. Nautiyal, and C. Chatterjee. 1986. Manganese, copper and molybdenum nutrition of papaya. *Journal of Horticultural Science* 61:397-405.
- Awada, M. 1969. The selection of the nitrogen index in papaya tissue analysis. *Journal American Society Horticultural Science* 94:687-690.
- Awada, M. 1976. Relation of phosphorus fertilization to petiole phosphorus concentrations and vegetative growth of young papaya plants. *Tropical Agriculture* 53:173-181.
- Awada, M. 1977. Relation of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102:413-418.
- Awada, M., and C. Long. 1969. The selection of the phosphorus index in papaya tissue analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 94:501-504.
- Awada, M., and C. Long. 1971a. Relation of petiole levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 96:745-749.
- Awada, M., and C. Long. 1971b. The selection of the potassium index in papaya tissue analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 96:74-77.
- Awada, M., and C. Long. 1978. Relation of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole of Solo papaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103:217-219.
- Awada, M., and R. Suehisa. 1984. Effects of calcium and sodium on growth of papaya plants. *Tropical Agriculture* 61:102-105.
- Awada, M., R. Suehisa, and Y. Kanehiro. 1975. Effects of lime and petiole composition of papaya. *Journal American Society Horticultural Science* 100:294-298.
- Cibes, H.R., and S. Gaztambide. 1978. Mineral-deficiency symptoms displayed by papaya grown under controlled conditions. *Journal Agriculture University of Puerto Rico* 62:413-423.
- Coelho, E.F., A.A.C. Alves, C.M.M. Lordelo, and J.S. Queiroz. 2002a. Produção do mamoeiro cultivar Tainung Nº 1 sob diferentes regimes de irrigação em condições semi-áridas. *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 14, 2002, Belém, PA. Resumos... Belém, PA: Setor de Informação – Embrapa Amazônia Oriental. CD-ROM.*
- Coelho, E.F., D.M. Lima, and J.S. Queiróz. 2002b. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de irrigação. *In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 12, Uberlândia, MG, 2002. Anais... Uberlândia: ABID. CD-ROM.*
- Coelho, E.F., A.M.G. Oliveira, T.S.M. Silva, and D.B. Santos. 2001. Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação. *In: M.V. Folegatti (org.) Workshop de Fertirrigação. p. 78-87.*

- Piracicaba, SP, 2002. Anais... Piracicaba: LER/ESALQ/USP.
- Coelho, E.F., and M.R. Santos. 2003. Fontes de nitrogênio e potássio sob diferentes frequências de fertirrigação em mamoeiro. *In: Congresso Brasileiro de Fertirrigação*, 1, João Pessoa, PB, 2002. Anais... João Pessoa: UFPB. CD-ROM.
- Coelho Filho, M.A., M.T. Castro Neto, and E.F. Coelho. 2003a. Transpiração máxima de plantas de mamão (*Carica Papaya* L.) em pomar fertirrigado, nas condições de Cruz das Almas BA. *In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, 13, Juazeiro. Anais... Viçosa: ABID. CD-ROM.
- Coelho Filho, M.A., M.T. Castro Neto, E.F. Coelho, and J.L. Cruz. 2003b. Uso mínimo de água de um pomar irrigado de mamão Tainung Nº 1 nas condições dos tabuleiros costeiros. p. 511-514. *In: D. dos S. Martins* (ed.) Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno. Incaper. Vitória, ES.
- Costa, A.N. da. 1995. Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no estado do Espírito Santo. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 95p.
- Costa, A.N. da, and A. de F.S. da Costa. 2003. Nutrição e adubação. p. 201-227. *In: D. dos S. Martins, and A. de F.S. da Costa* (ed.) A cultura do mamoeiro: Tecnologias de produção. Incaper. Vitória, ES.
- Costa, A. de F.S. da, A.N. da Costa, F.A.M. dos Santos, F.C. Barreto, and V.J. Zuffo. 2003. Plantio, formação e manejo da cultura. p. 127-159. *In: D. dos S. Martins, and A. de F.S. da Costa* (ed.) A cultura do mamoeiro: Tecnologias de produção. Incaper. Vitória, ES.
- Costa, A. de F.S. da, and B.E.V. Pacova. 2003. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. p. 59-114. *In: D. dos S. Martins, and A. de F.S. da Costa* (ed.) A cultura do mamoeiro: Tecnologias de produção. Incaper. Vitória, ES.
- Cunha, R.J.P. 1979. Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro. (Tese Doutorado). Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 131p.
- Dantas, J.L.L., and M.T. de Castro Neto. 2000. Aspectos botânicos e fisiológicos. *In: A.V. Trindade* (org.) Mamão. Produção: Aspectos técnicos. p. 11-14. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Frutas do Brasil, 3. Brasília, DF.
- Gaillard, J.P. 1972. Approches sur la fertilisation du papayer solo au Cammeroun. *Fruits* 27:353-360.
- Luna, J.V.U., and R.C. Caldas. 1984. Adubação mineral em mamão (*Carica papaya* L.). p. 946-952. *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 7, 1983, Florianópolis. Anais... SBF. Florianópolis, Santa Catarina.
- Marinho, C.S., M.A.B. de Oliveira, P.H. Monnerat, R. Vianni, and J.F. Maldonado. 2001. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. *Scientia Agrícola* 58:345-348.

- Oliveira, A.M.G. 1999a. Boro: Um micronutriente importante para o mamoeiro. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Mamão em Foco, 6. Cruz das Almas, BA.
- Oliveira, A.M.G. 1999b. Solo, Calagem e Adubação. p. 9-16. *In*: N.F. Sanches, and J.L.L. Dantas (coord.). O cultivo do mamão. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 34. Cruz das Almas, BA.
- Oliveira, A.M.G. 2002. Mamão. p. 114-112. *In*: A.L. Borges, E.F. Coelho, and A.V. Trindade (org.) Fertilização em fruteiras tropicais. 1. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA.
- Oliveira, A.M.G., and R.C. Caldas. 2004. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26:160-163.
- Oliveira, A.M.G., R.C. Caldas, G.X.S. Oliveira, and W.S. Quadros. 2002. Desenvolvimento vegetativo e qualidade dos frutos de mamoeiro Havai em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio. *In*: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 14, 2002, Belém, PA. Resumos... Belém, PA: Setor de Informação – Embrapa Amazônia Oriental. CD-ROM.
- Oliveira, A.M.G., A.R.N. Farias, H.P. Santos Filho, J.R.P. Oliveira, J.L.L. Dantas, L.B. dos Santos, M. de A. Oliveira, M.T. Souza Junior, M.J. Silva, O.A. de Almeida, O. Nickel, V.M. Medina, and Z.J.M. Cordeiro. 1994. Mamão para exportação: Aspectos técnicos da produção. Embrapa-SPI, Frupex. Série Publicações Técnicas, 9. Cruz das Almas, BA.
- Oliveira, A.M.G., L.F. da S. Souza, B. van, Raij, A.F. de J. Magalhães, and A.C. de C. Bernardi. 2004. Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 69. Cruz das Almas, BA.
- Prezotti, L.C. 1992. Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. 3. aproximação. EMCAPA. Circular Técnica, 12. Vitória, ES.
- Ribeiro, L.P. 1996. Gênese, evolução e degradação dos solos amarelos coesos dos tabuleiros costeiros. p. 27-35. *In*: Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros, 1996, Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju, SE: EMBRAPA-CPATC/EMBRAPA-CNPMF/EAUFBA/IGUFBA.
- Silva, J.G.F. 1999. Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). (Tese Doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 90p.
- Silva, T.S.M., E.F. Coelho, V.P. da S. Paz, M.A. Coelho Filho, and E.A. Souza. 2003. Efeito da interação entre N, K₂O e irrigação na produtividade do mamoeiro no primeiro ano, nas condições do Recôncavo Bahiano. p. 491-494. *In*: D. dos S. Martins (org.) Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno. Incaper. Vitória, ES.
- Viégas, P.R.A., L.F. Sobral, P.C.R. Fontes, A.A. Cardoso, F.A.A. Couto, and E.X. de Carvalho. 1999. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ em função de doses de nitrogênio. *Revista*.

9. Maracujazeiro

Ana Lúcia Borges¹
Adelise de Almeida Lima¹

9.1. Introdução

O maracujazeiro tem grande importância no Brasil pela qualidade de seus frutos, ricos em sais minerais e vitaminas, sobretudo A e C, suco com aroma e sabor bastante agradáveis, sendo muito aceito em diversos mercados o que representa grande potencial de exportação, além de suas propriedades farmacológicas.

Essa fruteira é cultivada, predominantemente em pequenos pomares, em média de 1,0 a 4,0 hectares, podendo constituir-se numa alternativa de produção e de elevação de renda para pequenos e médios produtores.

O Brasil destaca-se como principal produtor mundial de maracujá, com cerca de 90% da produção, em seguida os países: Peru, Venezuela, África do Sul, Sri Lanka e Austrália. A produção brasileira, em torno de 478 mil toneladas, apresenta rendimento de 13,8 t ha⁻¹. As Regiões Norte e Nordeste respondem por mais de 80% da produção nacional.

No Brasil, o fruto do maracujazeiro é utilizado, principalmente para o consumo *in natura* e fabricação de sucos. O suco, além de ser consumido no mercado interno, é também exportado. Para os exportadores brasileiros, o principal mercado ainda é o europeu, o qual adquire mais de 90% de suco. No entanto, há boas perspectivas para os mercados norte-americano, canadense e japonês.

9.2. Clima, solo e planta

9.2.1. Clima

O Brasil, como centro de diversidade do maracujazeiro, apresenta condições excelentes para o seu cultivo. A planta desenvolve-se bem em regiões tropicais e subtropicais, onde o clima é quente e úmido. Dos elementos do clima, a temperatura, umidade relativa, luminosidade e precipitação exercem importante influência sobre a longevidade e o rendimento das plantas, bem como, favorecem a incidência de pragas e doenças.

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil, E-mail: analucia@cnpmf.embrapa.br.

Os processos biológicos tais como: florescimento, fecundação, frutificação, maturação e qualidade dos frutos, são dependentes da temperatura. A faixa de temperatura entre 21 e 25°C é considerada como a mais favorável ao crescimento da planta, sendo a melhor entre 23 e 25°C. Contudo, o maracujazeiro, está sendo cultivado, com sucesso, em temperaturas entre 18 e 35°C (São José, 1993). As baixas temperaturas retardam o crescimento da planta e reduzem a absorção de nutrientes e a produção. Além disso, o vingamento dos frutos é afetado pelas temperaturas muito elevadas ou por temperaturas muito baixas (Manica, 1981). Utsunomiya (1992) observou que, em temperaturas intermediárias de 23°C a 28°C, o crescimento do fruto do maracujazeiro é de 60,3 dias, porém, em temperaturas abaixo de 23°C e acima de 33°C, esse período é de 75 dias. Durante o verão, em que a temperatura é mais elevada, o período de germinação das sementes é menor, do que nos meses mais frios (São José *et al.*, 1991).

As regiões com altitudes entre 100 m a 1.000 m são as mais indicadas para o cultivo do maracujazeiro. Cultivos em locais de menor altitude têm o tempo de exploração menor do que naqueles de maior altitude. Na África do Sul, em regiões com altitudes entre 1.200 a 1.400 m, as plantações podem ser exploradas por oito anos, considerando os ciclos serem mais longos, implicando em maior longevidade (Teixeira, 1995).

A umidade relativa tem influência muito grande no desenvolvimento vegetativo e no estado fitossanitário do maracujazeiro. A umidade relativa do ar em torno de 60% é a mais favorável ao cultivo do maracujazeiro. A temperatura elevada, associada a ventos constantes e baixa umidade relativa, causa dessecação dos tecidos pela transpiração excessiva e impede o desenvolvimento do maracujazeiro. Acima de 60%, quando associada às chuvas, favorece o aparecimento de doenças da parte aérea do maracujazeiro, como verrugose, antracnose e bacteriose (Lima e Borges, 2002).

A suscetibilidade do maracujazeiro a ventos fortes constitui fator importante para essa cultura, por causa dos danos diretos que eles ocasionam às plantas, como também à necessidade de adaptações nos sistemas de condução. Ventos fortes são responsáveis pelo tombamento de plantas e ventos frios provocam queda de flores e frutos novos, bem como paralisam o crescimento da planta. A utilização de quebra-ventos é indispensável ao maracujazeiro em regiões sujeitas a ventos fortes. Segundo Ruggiero *et al.* (1996) podem ser utilizados como quebra-ventos: bambu, grevilea, pinus, hibiscus, eucalipto e espécies de capim.

A luz é, também um fator importante no crescimento do maracujazeiro, em consequência dos seus efeitos sobre a fotossíntese. Normalmente, o aumento de horas de luz provoca uma atividade fotossintética maior, com acréscimo no vigor da planta, com conseqüente aumento no tamanho e na qualidade do fruto.

A luminosidade inadequada afeta a formação de flores e frutos. Regiões em que o comprimento do dia é acima de 11 horas de luz apresentam as melhores condições para o florescimento. Nos meses de inverno, quando os dias são mais curtos, as plantas florescem pouco por causa da menor duração do dia. As Regiões Semi-Áridas brasileiras, com fotoperíodo acima de 11 horas de luz dia⁻¹, associado às altas temperaturas e elevada luminosidade durante todo o ano, permitem florescimento e produção contínuos em todos os meses do ano, desde que haja suprimento adequado de água.

Gamarra Rojas e Medina (1995) observaram grande influência da intensidade de luz no fenômeno fenológico de abertura de flores do maracujazeiro amarelo. As flores normalmente abriam às 12h, imediatamente após a máxima incidência da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e fechavam às 15h; porém, quando havia menor luminosidade, antecipavam o fechamento às 14h30.

O maracujazeiro mantém um ritmo de crescimento contínuo; necessitando, desse modo, de adequado suprimento de água. A demanda de água varia de 800 a 1.750 mm, bem distribuídos durante o ano. Para o bom desenvolvimento, a cultura requer cerca de 60 a 120 mm de água mensal, que pode ser fornecida por meio de chuvas e, ou, complementada por meio de irrigação (São José, 1993).

Apesar da planta resistir relativamente bem às secas, períodos secos prolongados prejudicam o desenvolvimento vegetativo, podendo ocasionar, em casos mais intensos, a queda de folhas e a formação de frutos com menor peso e tamanho. Entretanto, chuvas intensas no período do florescimento são também prejudiciais à produção, já que dificultam a polinização, em virtude do grão de pólen romper-se em contato com a umidade, além de diminuir a atividade dos insetos polinizadores.

Para as regiões produtoras em que as chuvas ocorrem em períodos definidos, apresentando escassez em alguns meses, a exemplo do Norte de Minas Gerais e das Regiões Semi-Áridas do Nordeste, o uso da irrigação é imprescindível para garantir boa produção e qualidade dos frutos (Lima e Borges, 2002).

9.2.2. Solos

O sistema radicular do maracujazeiro é considerado superficial pois, 60% das raízes estão localizadas a 30 cm da superfície do solo. Portanto, é importante que o solo para o seu cultivo seja profundo, com mais de 60 cm sem qualquer impedimento. O maracujazeiro é cultivado e se desenvolve em diversas classes de solos, desde os arenosos até os franco argilosos. Recomenda-se, de maneira geral, que sejam profundos, razoavelmente férteis e bem drenados. Os solos com alto teor de argila e pouco permeáveis, sujeitos a encharcamentos, não são indicados para a cultura. Os solos mais adequados são os areno-argilosos (Ramos,

1986, citado por Teixeira, 1995). Recomenda-se, para o bom desenvolvimento do maracujazeiro, que os solos não apresentem camadas impermeáveis, pedregosas ou endurecidas, nem lençol freático a menos de dois metros de profundidade nesse caso, para evitar o aparecimento de fusariose (Lima e Borges, 2002).

A disponibilidade adequada de oxigênio é de fundamental importância para o bom desenvolvimento do sistema radicular do maracujazeiro. Ocorrendo falta de oxigênio, as raízes perdem a rigidez e podem apodrecer rapidamente. A má aeração pode ser provocada pela compactação ou encharcamento. Além disso, solos sujeitos à encharcamento favorecem a ocorrência de doenças do sistema radicular (Lima e Borges, 2002). Terrenos planos a suavemente ondulados (declives menores que 8%) são mais adequados ao cultivo do maracujazeiro, pois facilitam o manejo da cultura, a mecanização, as práticas culturais, a colheita e a conservação do solo. Em áreas com declividade entre 8 a 30%, além de medidas de controle da erosão (curvas de nível, renques de vegetação, terraços e outras), a irrigação e/ou fertirrigação são dificultadas. Em terrenos com declive acentuado, o maracujazeiro deve ser conduzido em banquetas individuais, com a manutenção da cobertura natural do solo (Lima e Borges, 2002).

9.2.3. Planta

O maracujazeiro é uma trepadeira lenhosa, com crescimento rápido, vigoroso, contínuo e exuberante (Kliemann *et al.*, 1986). Contudo, o ritmo de crescimento é reduzido com a frutificação e a diminuição da temperatura. Nas regiões Norte e Nordeste o florescimento é contínuo, em razão da pequena variação do fotoperíodo e às temperaturas mais altas; assim, a absorção de nutrientes deve ser constante.

Na Região Sudeste, o crescimento do caule e das folhas intensifica-se em torno de 250 dias (8^o mês), reduzindo posteriormente o ritmo após os 340 dias (11^o mês). O crescimento dos ramos é linear a partir dos 160 dias (5^o mês), atingindo mais de 8 m aos 370 dias (12^o mês). A formação dos frutos tem início aos 280 dias (9^o mês), a partir de flores axilares desenvolvidas em ramos novos, com acúmulo muito rápido de matéria seca nos primeiros 60 dias, estabilizando-se durante a maturação (370 dias, 12^o mês). Quanto ao sistema radicular, ocorrem três fases de crescimento: até os 220 dias (7^o mês) o crescimento é lento, com reduzida produção de matéria seca; dos 220 (7^o mês) aos 310 dias (10^o mês), apresenta expansão; posteriormente, o crescimento se estabiliza (Haag *et al.*, 1973).

No período entre 220 a 250 dias (7^o a 8^o mês) a absorção de nutrientes é baixa, tendo por base a pequena produção de matéria seca. Contudo, após o surgimento dos primeiros frutos (8^o e 9^o mês), o crescimento torna-se exponencial, aumentando assim a absorção de N, K e Ca e dos micronutrientes, principalmente Mn e Fe (Haag *et al.*, 1973).

9.3. Manejo do solo e da cultura

O preparo do solo melhora as condições físicas do terreno para o crescimento das raízes, mediante o aumento da aeração e da infiltração de água e a redução da resistência do solo à expansão das raízes; o controle do mato, permite o uso mais eficiente, tanto dos corretivos de acidez como dos fertilizantes, além de outras práticas agronômicas. No preparo manual é feita, inicialmente a limpeza da área, com a derrubada ou roçagem do mato, a destoca, o encoivramento e a queima das coivaras; o preparo do solo limita-se à abertura manual das covas. No preparo mecanizado a limpeza da área é feita por máquinas, tendo-se o cuidado de não remover a camada superficial do solo, que é rica em matéria orgânica. Procedese em seguida a aração, a gradagem, a covagem ou sulcagem para plantio. Um preparo mínimo do solo, pode-se substituir a aração e gradagem pela escarificação do solo.

O controle de plantas invasoras pode ser feito por meio de capinas manuais nas linhas de plantio e nas entrelinhas, com o uso de roçadeira. Nas faixas paralelas às linhas de plantio, durante a colheita, o controle deve ser bem feito, uma vez que os frutos, na maioria das vezes, são colhidos no chão. A capina, por meio de implementos mecânicos, feita próxima à planta (menos de 1 m de distância), não é recomendável, em função dos danos causados às raízes, uma vez que essas se concentram na sua maioria na faixa de 15 cm a 45 cm de distância do caule (Lima e Borges, 2002). A capina química, pela aplicação de herbicidas seletivos elimina as plantas invasoras, tendo como vantagens a redução do custo e a simplificação dos trabalhos.

Durigan (1987) reportou que, os herbicidas de pré-emergência, são o “diuron” e o “bromacil”. Segundo Silva e Rabelo (1991), os produtores têm usado o paraquat ou glyphosato, em alguns plantios de maracujazeiro do Triângulo Mineiro e de São Paulo, na dosagem de 1,5 L ha⁻¹ a 2,0 L ha⁻¹, em aplicações dirigidas nas entrelinhas, mantendo dessa forma a cobertura morta. Lima *et al.* (1999), estudando a seletividade de herbicidas pré-emergentes, “diuron” (1,2; 2,4 e 4,8 kg ha⁻¹), “oxyfluorfen” (0,48; 0,96 e 1,92 kg ha⁻¹), “alachlor” (2,8; 5,6 e 11,2 kg ha⁻¹) e “atrazine” + “metolachlor” (3,0; 6,0 e 12,0 kg ha⁻¹), em mudas de maracujá amarelo, observaram que apenas “atrazine” + “metolachlor”, nas doses de 6,0 e 12,0 kg ha⁻¹, causaram forte injúria às mudas, enquanto os demais se mostraram promissores para utilização. Em virtude da ação dos herbicidas, de modo geral, estar limitada à determinada planta ou grupo de plantas, é sugerido o uso de misturas e combinações programadas de herbicidas em pré-emergência e pós-emergência, procurando assim, aumentar o período e o espectro de ação do controle químico.

9.4. Nutrição Mineral

9.4.1. Extração e exportação de nutrientes

Para crescimento e produção, o maracujazeiro requer estado nutricional adequado em todas as fases do processo produtivo, pois, desde o início da frutificação, há

grande demanda por energia na planta e forte drenagem de nutrientes das folhas para os frutos em desenvolvimento. Assim, o crescimento vegetativo da planta é reduzido, necessitando de um esquema de adubação, que permita a manutenção da cultura em estado nutricional adequado.

As quantidades totais de nutrientes absorvidas e exportadas pela planta inteira, incluindo os frutos, aos 370 dias, com 1.500 plantas ha⁻¹, são apresentadas na Tabela 9.1. Dos macronutrientes, N, K e Ca são absorvidos em maiores quantidades pelo maracujazeiro, seguidos pelo S, P e Mg. Dos micronutrientes, o Mn e o Fe são os absorvidos em maiores quantidades, seguidos do Zn, B e Cu (Haag *et al.*, 1973).

Considerando-se que somente os frutos são retirados do campo, em quantidade total, o K é o nutriente mais exportado, seguido pelo N. Embora pequenas quantidades de Mg, S, Ca e P sejam exportadas pelos frutos, estima-se que 40% e 29% do total de P e Mg absorvido, respectivamente, seja exportado. (Tabela 9.1) (Haag *et al.*, 1973). No que se refere aos micronutrientes, o Mn é o mais absorvido, mas percentualmente o Zn, seguido do Cu, são os mais exportados. Apesar da grande quantidade de Mn encontrada nos frutos, essa representa apenas 6,4 % do total absorvido; contudo, 34% do Zn, 32% do Cu, 13% do B e 11% do Fe são acumulados nos frutos e, portanto, exportados pela colheita (Tabela 2) (Haag *et al.*, 1973).

Assim, a exportação de macronutrientes pelos frutos frescos (média de 25 t ha⁻¹), em kg t⁻¹, é de 1,82 de N; 0,28 de P; 3,01 de K; 0,28 de Ca; 0,17 de Mg e 0,17 de S; enquanto de micronutrientes, em g t⁻¹, é de 1,54 de B; 2,61 de Cu; 3,59 de Fe; 7,35 de Mn e 4,41 de Zn.

Tabela 9.1. Quantidades de nutrientes absorvidos por toda a planta (AB) e exportados pelos frutos (EX) do maracujazeiro amarelo, aos 370 dias de idade, com 1.500 plantas ha⁻¹.

Nutriente	Quantidade	
	AB	EX
Macronutriente	----- kg ha ⁻¹ -----	
N	205	44,6
P	17	6,9
K	184	73,8
Ca	152	6,8
Mg	14	4,0
S	25	4,0
Micronutriente	----- g ha ⁻¹ -----	
B	296	37,8
Fe	779	88,0
Mn	2.810	180,2
Zn	317	108,2
Cu	199	64,0

Fonte: Haag *et al.*, 1973

9.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): É fundamental no crescimento, na formação vegetativa da planta e na produção (Baumgartner, 1987; Kliemann *et al.*, 1986). O N estimula o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, aumentando também o teor de proteínas (Malavolta *et al.*, 1989). Assim, na sua ausência, o crescimento é lento e o porte da planta é reduzido, apresentando ramos finos e em menor número (Marteleto, 1991). Na Região Nordeste, informações mostraram maior quantidade de sólidos solúveis totais e menor acidez no suco do maracujá amarelo, bem como maior produtividade, com aplicação de doses maiores de N no solo (Borges *et al.*, 1998).

Fósforo (P): Na sua ausência o crescimento do maracujazeiro é reduzido, sendo afetados a quantidade de matéria seca, o crescimento das raízes e a produção de frutos (Manica, 1981; Baumgartner, 1987).

Potássio (K): A deficiência de K reduz o peso da planta e a produção dos frutos, os quais caem precocemente ou mumificam (Manica, 1981). Na Região Nordeste, foram constatados aumentos no comprimento e diâmetro do fruto, com a aplicação de doses mais elevadas de K (Borges *et al.*, 1998).

Cálcio (Ca): Sua falta leva às deformações nas folhas, em virtude da desestruturação dos tecidos (Cereda *et al.*, 1991), tendo em vista afetar a elongação das células e o processo de divisão celular (Ruggiero *et al.*, 1996).

Magnésio (Mg): Em experimento com solução nutritiva, foi observado que a falta de Mg afeta o estado nutricional do maracujazeiro, levando à maior absorção de P, K e Ca, em relação às plantas desenvolvidas em solução completa (Fernandes *et al.*, 1991).

Boro (B): A carência de B resulta em acréscimo dos conteúdos N, P e S nas gavinhas e de Mn na haste e folhas do caule do maracujazeiro (Kliemann *et al.*, 1986).

Diagnose visual: Tendo como base o fato de que cada elemento desempenha um papel específico nas funções fisiológicas das plantas que, em condições de desequilíbrios, excessos ou deficiências, apresentam sintomas muitas vezes característicos, os quais permitem a identificação de elementos em desordem. Para estabelecer os sintomas visuais é necessário conhecimento profundo da cultura diagnosticada, bem como desenvolvimento de experimentos controlados, que simulem as desordens nutricionais, acompanhando sistematicamente as mudanças que ocorrem na planta, como também o teor de nutrientes no solo e na planta, para que se possa correlacionar com o sintoma da anomalia. A partir desses conhecimentos, os sintomas de desequilíbrio nutricional da cultura são estabelecidos (Tabela 9.2).

Tabela 9.2. Sintomas visuais de deficiência de nutrientes em folhas de maracujazeiro.

Nutriente	Idade da folha	Sintomas foliares
N	Velha	Verde mais claro e menor área. Amarelecem e caem prematuramente. <i>Causa:</i> baixo teor de matéria orgânica, acidez (menor mineralização), lixiviação, seca prolongada.
P	Velha	Verde escuras, posteriormente amarelecem da margem para o centro. <i>Causa:</i> baixo teor de P no solo, pH baixo (menor disponibilidade).
K	Velha	Clorose progressiva dos bordos para o interior, necrose e “queima” dos tecidos. <i>Causa:</i> baixo teor de K no solo, lixiviação, calagem excessiva.
Mg	Velha	Manchas amareladas entre as nervuras, limbo encarquilhado e voltado para baixo. <i>Causa:</i> solos pobres em Mg, acidez e excesso de potássio na adubação.
Ca	Nova	Morte da gema apical, clorose e necrose internervais. <i>Causa:</i> baixo teor de Ca no solo, excesso de potássio na adubação.
S	Nova	Cloróticas, nervuras avermelhadas na face inferior da folha. <i>Causa:</i> baixo teor de S no solo, baixo conteúdo de matéria orgânica, adubos concentrados (sem enxofre),
Cu	Velha	Folhas grandes e largas, cor verde escura e parcialmente murchas, engrossamento das nervuras na face superior e encurvamento para baixo. <i>Causa:</i> baixo teor de Cu no solo, calagem excessiva, alto teor de matéria orgânica.
Mo	Velha	Clorose internerval. <i>Causa:</i> acidez, excesso de sulfato.
B	Nova	Plantas atrofiadas, necrose da gema terminal. Folhas reduzidas, coriáceas e com ondulações nos bordos. <i>Causa:</i> baixo teor de B no solo, baixo teor de matéria orgânica, acidez excessiva, lixiviação.
Fe	Nova	Clorose entre as nervuras. <i>Causa:</i> calagem excessiva, elevado conteúdo de matéria orgânica, baixo teor de Fe no solo e umidade elevada
Mn	Nova	Clorose entre as nervuras. <i>Causa:</i> calagem excessiva, elevado conteúdo de matéria orgânica, baixo teor de Fe no solo e umidade elevada
Zn	Nova	Folhas pequenas, lobos delgados e pontiagudos, manchas esbranquiçadas e com bordos amarelados. <i>Causa:</i> baixo teor de Zn no solo, calagem e adubação fosfatada em excesso.

Fonte: Borges e Lima, 1998.

Contudo, não é suficiente apenas conhecer os sintomas visuais descritos, para afirmar que uma anomalia é proveniente de uma desordem provocada por um nutriente específico. Como vários fatores podem atuar simultaneamente, não é prudente a emissão de um diagnóstico baseado apenas na sintomatologia visual. Portanto, deve-se aliar ao diagnóstico de campo a análise foliar e de solo, para confirmar carência ou excesso. Uma vez confirmado o excesso, ou a carência de um nutriente específico é a causa do problema, correções apropriadas devem ser implementadas.

Diagnose foliar: Consiste na determinação, mediante análises químicas, do teor de nutrientes presentes na folha às quais constituem, de modo geral, o órgão que melhor reflete o estado nutricional da planta, ou seja, respondem mais às variações no suprimento de determinado elemento. Para que essa ferramenta seja utilizada, adequadamente, é necessário que se observe, principalmente, a época e a posição das folhas amostradas.

Para a cultura do maracujá recomenda-se amostrar a quarta folha a partir do ápice de ramos não sombreados e não podados, tomando-se quatro folhas por planta, dos dois lados, conservando-se o pecíolo. No primeiro ano, devem-se realizar amostragens entre o 8^o e o 9^o mês e, nos anos seguintes, na época do florescimento. As faixas adequadas dos teores de macro e micronutrientes encontram-se na Tabela 9.3.

Tabela 9.3. Faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de maracujazeiro.

Nutriente	Concentração
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----
N	47,5-52,5
P	2,5-3,5
K	20,0-25,0
Ca	5,0-15,0
Mg	2,5-3,5
S	2,0-4,0
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----
B	2,0-4,0
Cu	5,20
Fe	100-200
Mn	50-200
Zn	45-80

Fonte: IFA, 1992.

9.5. Adubação

9.5.1 Adubação inorgânica

A adubação consiste em fornecer nutrientes às plantas em quantidades adequadas, para que elas possam expressar o seu potencial produtivo. Com a prática da adubação, deve-se buscar o aumento de produtividade e de qualidade, sem comprometer a capacidade produtiva do solo, principalmente em áreas irrigadas, tendo em vista que a adubação é, também, um dos fatores de degradação do solo. Em qualquer programa de adubação devem ser levados em conta o fertilizante a ser utilizado, a quantidade, a época e o local de aplicação em relação à planta. Assim, não existe uma fórmula que seja a melhor para todas as condições. É importante que, para cada gleba, seja levada em conta a fertilidade do solo, avaliada pela análise do solo, e a produtividade esperada (Tabela 9.4). As doses de fertilizantes utilizadas na fase de formação e produção da planta são, até certo ponto, compatíveis entre as diferentes regiões do Brasil.

As recomendações de adubação estão sempre relacionadas aos dados de análise química do solo o potencial de produção para cada local e planta e, ainda, com o estágio fenológico da planta.

9.5.2 Adubação orgânica

Uma prática importante para manter o solo produtivo, pois exerce efeitos benéficos sobre suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Os materiais a serem aplicados nas covas de plantio, principalmente em solos arenosos e de baixa fertilidade, dependem da disponibilidade, e as quantidades variam de acordo com os teores em nutrientes dos diversos materiais, ou seja, esterco de curral (20 a 30 litros), esterco de galinha (5 a 10 litros), torta de mamona (2 a 4 litros), compostos e outros. Contudo, recomenda-se dar preferência ao esterco de bovino, em razão do maior volume disponível (Borges *et al.*, 2002).

9.5.3 Adubação com micronutrientes

Caso não se tenha análise química do solo, aplicar 50 g de FTE BR-12 na cova de plantio. O Zn e B são os mais absorvidos pela planta, seguido pelo Mn e Fe. Havendo deficiência de Zn, aplicar 20 g de sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) por planta, e na de B, aplicar 6,5 g de ácido bórico (H_3BO_3) por planta. A recomendação desses micronutrientes para o maracujazeiro amarelo encontra-se na Tabela 9.5.

9.5.4 Parcelamento das adubações

A decisão relativa ao parcelamento dos adubos depende da textura e da CTC do solo, bem como do regime de chuvas. Em solos arenosos e com baixa CTC deve-se parcelar semanalmente ou quinzenalmente. Em solos mais argilosos, as adubações podem ser feitas mensalmente, ou a cada dois meses, principalmente nas aplicações via solo. As aplicações via água de irrigação (fertirrigação) podem ser realizadas semanalmente, ou a cada quinze dias, dependendo da textura do solo (Borges *et al.*, 2002).

Tabela 9.4. Recomendação de adubação N, P₂O₅ e K₂O nas fases de plantio, formação e produção do maracujazeiro-amarelo irrigado.

	N			P-resina (mg dm ⁻³)			K-solo (cmol _c dm ⁻³)		
	kg ha ⁻¹	0-15	16-40	>40	0-0,07	0,08-0,15	0,16-0,30	0,31-0,50	>0,50
Plantio	150 ⁽¹⁾	120	80	0	0	0	0	0	0
Formação									
Dias após o plantio									
30	10	0	0	0	20	10	0	0	0
60	20	0	0	0	30	20	10	0	0
90	30	0	0	0	40	30	20	10	0
120-180	40	0	0	0	60	40	30	20	0
Produção									
Produtividade esperada (t ha ⁻¹)									
<15	50	50	30	20	100	90	70	50	0
15-25	70	90	60	40	160	120	90	70	0
25-35	90	120	80	50	200	160	120	80	0
>35	120	150	100	60	250	200	150	100	0

⁽¹⁾ Na forma de esterco bovino.

Fonte: Borges *et al.*, 2002.

Tabela 9.5. Recomendação de boro (B) e zinco (Zn) para o maracujazeiro-amarelo irrigado.

Nutriente	Teor no solo (mg dm ⁻³)	Classes de fertilidade	Dose de nutriente (kg ha ⁻¹)
<u>Água quente</u>			
B	<0,2	Baixa	2
	0,21-0,6	Média	1
	>0,6	Alta	0
<u>DTPA</u>			
Zn	<0,5	Baixa	6
	0,6-1,2	Média	3
	>1,2	Alta	0

Fonte: Borges *et al.*, 2002.

9.5.5. Localização dos fertilizantes

O maracujazeiro apresenta sistema radicular superficial e pouco profundo, ou seja, em torno de 60% das raízes localizam-se nos 30 cm superficiais do solo, e 87% de 0 a 45 cm da base do caule. Em pomares em formação devem-se distribuir os fertilizantes em uma faixa de aproximadamente 20 cm de largura ao redor do tronco, distante 10 cm desse, aumentando gradativamente essa distância com a idade do pomar (Fig. 9.1 A e 9.1 B). Em pomares adultos, recomenda-se aplicá-los em uma faixa de 2 m de comprimento por 1 m de largura, em ambos os lados das plantas, 20 a 30 cm a partir do tronco (Borges *et al.*, 2002).

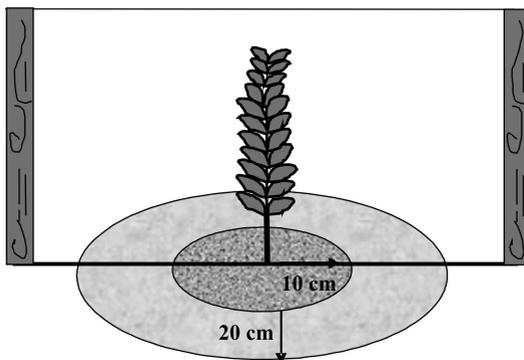


Fig. 9.1 A. Localização de fertilizantes em plantas jovens de maracujazeiro.

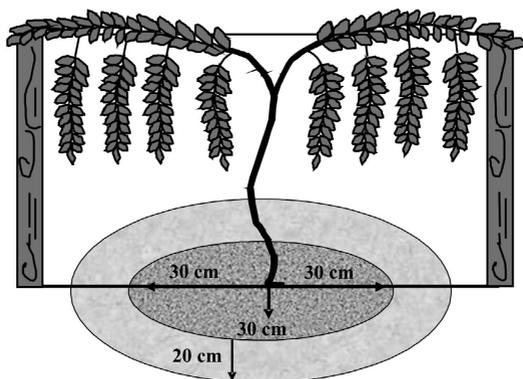


Fig. 9.1 B. Localização de fertilizantes em plantas adultas de maracujazeiro.

Fonte: Borges, A.L., não publicados.

9.6. Irrigação

O teor de água no solo, segundo Vasconcelos (1994) influencia o florescimento do maracujazeiro e a falta de umidade proporciona a queda das folhas e dos frutos, principalmente no início de seu desenvolvimento, afetando a produção e a qualidade dos frutos (Manica, 1981; Ruggiero *et al.*, 1996).

9.6.1. Método de irrigação

O método frequentemente usado para irrigar os pomares de maracujá tem sido a irrigação localizada, (gotejamento e microaspersão). A microaspersão promove maior área molhada de solo, em comparação com o gotejamento, permitindo assim, maior expansão do sistema radicular. O sistema de irrigação por gotejamento vem sendo mais aceito pelos produtores, pois proporciona condições de umidade e aeração que favorecem o desenvolvimento e produção das plantas. O gotejamento apresenta a vantagem de não contribuir com a formação de um microclima úmido transitório no interior da cultura, pois a parte aérea das plantas não é molhada, reduzindo assim, os riscos de incidência de doenças (Oliveira *et al.*, 2002).

9.6.2. Necessidades hídricas

O maracujazeiro encontra condições ideais para seu desenvolvimento em regiões com precipitações pluviárias no intervalo de 800 a 1.750 mm, distribuídas regularmente durante o ano. Produtividades em torno de 40 t ha⁻¹, sob irrigação por gotejamento, foram obtidas com uma lâmina total (chuva + irrigação) de 1.300 a 1.470 mm, sendo 826 mm provenientes de chuvas (Martins *et al.*, 1998, citados por Oliveira *et al.*, 2002).

Em áreas onde a precipitação pluvial não é suficiente ou mal distribuída, a irrigação é indispensável ao maracujazeiro não só para aumentar a produtividade, mas também para melhorar a qualidade dos frutos, por meio de uma produção contínua e uniforme (Oliveira *et al.*, 2002).

9.6.3. Fertirrigação

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação proporciona o uso mais racional dos fertilizantes na agricultura irrigada, uma vez que aumenta a sua eficiência, reduz a mão-de-obra e o custo de energia do sistema de irrigação. Além disso, permite flexibilizar a época de aplicação dos nutrientes, que podem ser fracionados conforme a necessidade da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento. O método de irrigação localizado é o mais apropriado para fertirrigação, pois permite a aplicação dos fertilizantes diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde o sistema radicular é mais ativo.

O nitrogênio é o nutriente mais aplicado via água de irrigação, pois apresenta alta mobilidade no solo, principalmente na forma de nitrato (NO_3^-), tendo o cuidado para não favorecer as perdas por lixiviação. Na fertirrigação, parcela-se o N de acordo com a demanda do maracujazeiro, como também para reduzir as perdas do nutriente, principalmente em solos arenosos. Sendo um nutriente móvel no solo, recomenda-se a sua aplicação com maior frequência, em intervalos entre três e sete dias, ressaltando-se que, em solos arenosos, a frequência de aplicação deve estar em torno de três dias. A quantidade recomendada deve ser distribuída durante o ciclo da cultura, sendo o período compreendido entre os quatro primeiros meses correspondentes à fase de formação da cultura e, a partir dele, a planta inicia sua fase de produção (primeiro ano). Os fertilizantes nitrogenados sólidos são apresentados em quatro formas: amoniacal (sulfato de amônio), nítrica (nitrato de cálcio), nítrico-amoniacal (nitrato de amônio) e amídica (uréia), sendo solúveis em água e adequados para fertirrigação, inclusive por gotejamento. De modo geral, as fontes nitrogenadas têm apresentado comportamento similar, podendo diferir em razão da presença de outro nutriente, ou pelo efeito sobre o pH do solo (Borges e Sousa, 2002).

O fósforo é pouco aplicado via água de irrigação, por causa da baixa solubilidade da maioria dos adubos fosfatados e da facilidade de sua precipitação, causando entupimento na tubulação e nos emissores. O ácido fosfórico, apesar do risco de corrosão nos tubos e conexões metálicos, não causa problemas de entupimento dos emissores, aplicado via água de irrigação para promover a limpeza dos tubos e emissores do sistema de fertirrigação. Além desse, podem ser empregados em fertirrigação o fosfato diamônico (DAP) e o fosfato monoamônico (MAP) (Borges e Sousa, 2002).

Como o nitrogênio, a aplicação de K via água de irrigação é viável, uma vez que os fertilizantes potássicos são solúveis. No parcelamento desse nutriente é

importante considerar o seu potencial de perdas por lixiviação e a curva de absorção da cultura. Sabe-se que as perdas de K por lixiviação variam com a textura do solo, sendo maiores em solos arenosos e quando as doses aplicadas são muito elevadas. Os fertilizantes potássicos normalmente utilizados em fertirrigação são: cloreto de potássio, sulfato de potássio, nitrato de potássio, nitrato de sódio e potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio. A aplicação de potássio via água pode ser conduzida com frequência entre três e sete dias, sendo a quantidade recomendada distribuída durante o ciclo da cultura. A partir do segundo ano, pode-se distribuir a quantidade de K_2O , como recomendada para o período de produção, entre o 5^o e o 12^o mês após o transplântio das mudas (Borges e Sousa, 2002).

Na aplicação do fertilizante via água de irrigação, tem-se utilizado o sistema localizado por gotejamento, com dois gotejadores por planta a uma distância de 60 cm entre eles, ficando cada um a 30 cm do caule (Figura 9.2) (Borges *et al.*, 2002).

9.7. Referências

- Baumgartner, J.G. 1987. Nutrição e adubação. p. 86-96. *In*: C. Ruggiero (ed.) Maracujá. UNESP. Ribeirão Preto.
- Borges, A.L., A. de A. Lima, and R.C. Caldas. 1998. Nitrogênio, fósforo e potássio na produção e qualidade dos frutos de maracujá amarelo – primeiro ano. p. 340-342. *In*: C. Ruggiero (ed.) Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do Maracujazeiro. Anais, Jaboticabal 10-13 fev. 1998. FUNEP/FCAV-UNESP/SBF, Jaboticabal, SP.
- Borges, A.L., B. van Raij, A.F. de J. Magalhães, A.C. de C. Bernardi, and A. de A. Lima. 2002. Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado. Embrapa-CNPMP. Circular Técnica 50:1-8.
- Borges, A.L., and V.F. de Sousa. 2002. Maracujá. p. 96-103. *In*: A.L. Borges, E.F. Coelho, and A.V. Trindade (ed.) Fertirrigação em fruteiras tropicais. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas.
- Cereda, E., J.M.L. de Almeida, and H. Grassi Filho. 1991. Distúrbios nutricionais em maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivado em solução nutritiva. Revista Brasileira de Fruticultura 13:241-244.
- Durigan, J. 1987. Controle de plantas daninhas. p. 67-75. *In*: C. Ruggiero (ed.) Cultura do maracujazeiro. Legis Suma, Ribeirão Preto, SP.
- Fernandes, D.M., J.G. da Silva, H. Grassi Filho, and J. Nakagawa. 1991. Caracterização de sintomas de carência de macronutrientes em plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) cultivadas em solução nutritiva. Revista Brasileira de Fruticultura 13:233-240.
- Gamarra Rojas, G., and V.M. Medina. 1995. Período de abertura de flores do maracujazeiro ácido (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). Magistra 7:31-36.

- Haag, H.P., G.D. Oliveira, A.S. Borducchi, and J.R. Sarruge. 1973. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da ESALQ* 30:267-279.
- International Fertilizer Industry Association. 1992. World fertilizer use manual. BASF Agricultural Research Station, Limburgerhof, Germany.
- Kliemann, H.J., J.H. Campelo Júnior, J.A. de Azevedo, M.R. Guilherme, P.J. de C. de Gen. 1986. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). p. 245-284. *In*: H.P. Haag (ed.) Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil. Fundação Cargill. Campinas, SP.
- Lima, A. de A., and A.L. Borges. 2002. Solo e clima. p. 25-28. *In*: A. de A. Lima (ed.) Maracujá. Produção: Aspectos técnicos. Embrapa-SPI, Brasília, DF.
- Lima, A. de A., J.E.B. de Carvalho, and R.C. Caldas. 1999. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para mudas de maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 21:379-381.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, and S.A. de Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafos, Piracicaba.
- Manica, I. 1981. Fruticultura tropical. 1. Maracujá. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Marteletto, L.O. 1991. Nutrição e adubação. p. 125-237. *In*: A.R. São José, F.R. Ferreira, and R.L. Vaz (ed.) A cultura do maracujá no Brasil. Funep, Jaboticabal.
- Oliveira, A.S. de, E.F. Coelho, V.F. de Souza, and A.L. Borges. 2002. Irrigação e fertirrigação. p. 49-56. *In*: A. de A. Lima (ed.) Maracujá. Produção: Aspectos técnicos. Embrapa-SPI, Brasília, DF.
- Ruggiero, C., A.R. São José, C.A. Volpe, J.C. Oliveira, J.F. Durigan, J.G. Baumgartner, J.R. da Silva, K. Nakamura, M.E. Ferreira, R. Kavati, and V. de P. Pereira. 1996. Maracujá para exportação: Aspectos técnicos da produção. Embrapa-SPI, Brasília.
- São José, A.R. 1993. A cultura do maracujazeiro: Práticas de cultivo e mercado. Vitória da Conquista.
- São José, A.R., F.R. Ferreira, and R.L. Vaz. 1991). A cultura do maracujá no Brasil. Funep, Jaboticabal.
- Silva, J.R. da, and J.M.L. Rabelo. 1991. Manejo cultural do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) na região do triângulo mineiro. p. 79-87. *In*: A.R. São José, F.R. Ferreira, and R.L. Vaz (ed.) A cultura do maracujá no Brasil. Funep, Jaboticabal, SP.
- Teixeira, C.G. 1995. Cultura. P. 1-142. *In*: C.G. Teixeira (ed.) Maracujá: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. ITAL, Campinas, SP.
- Utsunomiya, N. 1992. Effect of temperature on shoot growth, flowering and fruit growth of purple passionfruit (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). *Scientia Horticulturae* 52:63-68.
- Vasconcelos, M.A.S. 1994. O cultivo do maracujá doce. p. 71-83. *In*: A.R. São José (ed.) Maracujá: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista, BA.

10. Abacaxizeiro

Luiz Francisco da Silva Souza¹

Domingo Haroldo Reinhardt¹

10.1. Introdução

O abacaxi é um dos frutos tropicais mais demandados no mercado internacional e, em 2004 a produção mundial foi de 16,1 milhões de toneladas. Desse total, a Ásia é responsável por 51% (8,2 milhões de toneladas), sendo a Tailândia (12%) e Filipinas (11%) os dois países maiores produtores. As Américas e a África contribuem com 32% e 16% da produção mundial, respectivamente, sendo o Brasil (9%) e a Nigéria (6%) os maiores produtores (FAO, 2006). Grande parte da produção mundial de abacaxi é comercializada sob a forma processada (produtos enlatados e sucos), destinando-se ao mercado de frutas frescas cerca de 25% do total produzido (Souza *et al.*, 1999). No Brasil, o abacaxizeiro é cultivado, praticamente em todos os Estados, observando-se, nos últimos anos, um crescimento significativo da produção.

10.2. Clima, solo e planta

10.2.1. Clima

O abacaxizeiro, planta tropical, apresenta ótimo crescimento e melhor qualidade do fruto em temperaturas de 22 a 32 °C e com amplitude diária de 8 a 14 °C. Em temperaturas acima de 32 °C a planta cresce menos e, quando coincidem com alta insolação, podem queimar os frutos na fase de maturação. Temperaturas abaixo de 20 °C, também diminuem o crescimento da planta, favorecendo a ocorrência de florações naturais precoces das plantas, o que dificulta o manejo da cultura e leva a perda de frutos (Bartholomew *et al.*, 2003). A planta é seriamente prejudicada por geadas, mas suporta períodos com temperaturas baixas, porém superiores a 0°C.

A planta é exigente em luz. A insolação anual ótima é de 2.500 a 3.000 horas, ou seja, sete a oito horas de brilho solar por dia, e a mínima exigida está entre 1.200

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil,
E-mail: lfranc@cnpmf.embrapa.br, dharoldo@cnpmf.embrapa.br.

e 1.500 horas. O sombreamento afeta o desenvolvimento da planta, o que deve ser considerado na escolha dos locais para o seu cultivo, e no plantio consorciado com outras culturas (Reinhardt, 2001).

O cultivo do abacaxizeiro é recomendado em regiões de altitudes baixas, com até 400 m, embora existam muitas zonas produtoras com altitudes mais elevadas. Nessas, a altitude determina a ocorrência de temperaturas e radiações solares menores, o que resulta em crescimento mais lento das plantas, ciclo mais longo e a produção de frutos menores e mais ácidos (Aubert *et al*, 1973; Py *et al.*, 1987).

O abacaxizeiro pode ser classificado como planta de dias curtos (Van Overbeek, 1946; Gowing, 1961; Bartholomew *et al.*, 2003). No Hemisfério Sul, a floração natural ocorre, sobretudo, no período de junho a agosto, quando os dias são mais curtos e as temperaturas noturnas mais baixas. Os períodos de alta nebulosidade, reduzida insolação e estresse hídrico, podem, às vezes, desencadear a diferenciação floral natural em outras épocas do ano, a exemplo do outono (abril e maio) e da primavera (outubro e novembro). A floração natural ocorre mais cedo em plantas mais desenvolvidas. Há influência varietal, com plantas da cv. Pérola, florescendo mais precocemente do que as da cv. Smooth Cayenne.

O abacaxizeiro é uma planta com necessidades hídricas inferiores à grande maioria das plantas cultivadas, apresentando uma série de características morfo-fisiológicas típicas de plantas xerófilas, tais como a capacidade de armazenar água na hipoderme das folhas, coletar água eficientemente, inclusive o orvalho, por suas folhas em forma de canaleta, e reduzir, consideravelmente, as perdas de água (transpiração reduzida) por meio de vários mecanismos.

Apesar dessas adaptações às condições de clima seco, maiores rendimentos e frutos de melhor qualidade são obtidos quando a cultura é bem suprida com água. As chuvas de 1.200 a 1.500 mm anuais, bem distribuídas, são consideradas adequadas para a cultura. Em regiões que apresentam períodos secos prolongados, a prática da irrigação torna-se muitas vezes indispensável.

A demanda de água do abacaxizeiro, a depender do seu estágio de desenvolvimento e da umidade do solo, varia de 1,3 a 5,0 mm dia⁻¹. Um cultivo comercial de abacaxizeiro exige, em geral, uma quantidade de água equivalente a uma precipitação mensal de 60 a 150 mm (Almeida, 2001).

A umidade relativa do ar média anual de 70% ou superior é desejável, mas a planta suporta bem às variações moderadas nesse fator climático. Os períodos de umidade muito baixa (menos de 50%) podem causar fendilhamento e rachaduras em frutos durante a sua fase de maturação.

O porte baixo das plantas e o seu plantio em densidades elevadas, tornam a cultura pouco suscetível a danos causados por ventos fortes. Granizos podem causar danos

maiores, mas esses são, em geral, menores que em outras culturas, em virtude da resistência das folhas.

10.2.2. Solos

O abacaxizeiro é muito sensível ao encharcamento do solo, que prejudica o seu crescimento e produção. Portanto, boas condições de aeração e de drenagem são requisitos básicos para o seu cultivo, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, reduzindo o risco de perdas de plantas por incidência de fungos do gênero *Phytophthora*. O lençol freático ou zonas de estagnação de água devem situar-se a distâncias superiores a 80 - 90cm da superfície do solo.

Em virtude das características do sistema radicular do abacaxizeiro, cujas raízes se concentram, predominantemente, nos primeiros 15 a 20 cm da superfície do solo, considera-se que uma profundidade efetiva em torno de 0,80 m a 1,00 m atende bem às necessidades dessa fruteira. Contudo, independentemente da profundidade efetiva do solo, verifica-se que transições texturais e/ou adensamentos abruptos, envolvendo horizontes/camadas na zona de maior concentração de raízes, são condições que inibem o crescimento e o aprofundamento do sistema radicular da planta (Pinon, 1978; Py *et al.*, 1987).

Os solos de textura média (15 a 35% de argila e mais de 15% de areia), sem impedimentos a uma livre drenagem do excesso de água, são os mais indicados para esta cultura. Os solos de textura arenosa (até 15% de argila e mais de 70% de areia), que geralmente não apresentam problemas de encharcamento, são também recomendados, requerendo, quase sempre, a incorporação de resíduos vegetais e adubos orgânicos, que melhorem as suas capacidades de retenção de água e de nutrientes.

Solos de textura argilosa (acima de 35% de argila), que apresentam boa drenagem, como, por exemplo, a maioria dos Latossolos argilosos, também podem ser indicados para abacaxizeiro. Entretanto, solos de textura siltosa (menos de 35% de argila e menos de 15% de areia) devem ser evitados, pois teor elevado de silte tende a conferir aos solos características estruturais indesejáveis, que comprometem a aeração e drenagem e podem influir negativamente no estabelecimento e desenvolvimento da planta (Pinon, 1978).

Terrenos planos ou de pouca declividade (até 5% de declive) devem ser preferidos porque, além de facilitarem a mecanização e os tratos culturais, são menos suscetíveis à erosão. O reduzido desenvolvimento do sistema radicular do abacaxizeiro, associado ao fato de que em grande parte do ciclo da cultura os solos são mantidos limpos ou com pouca cobertura vegetal, resulta em maior exposição do terreno aos agentes de erosão, justificando-se a preocupação em relação ao assunto. Conseqüentemente, a utilização de solos mais declivosos requer a adoção de práticas conservacionistas, como o plantio em curvas de nível.

O abacaxizeiro é uma planta bem adaptada aos solos ácidos, indicando-se a faixa de pH de 4,5 a 5,5 para o seu cultivo, com pequenas variações, dependendo da variedade utilizada (Bartholomew e Kadzimin, 1977; Pinon, 1978; Py *et al.*, 1987). A condição de solo ácido favorece, muitas vezes, a ocorrência de teor elevado de alumínio trocável e manganês, aos quais o abacaxizeiro tem se mostrado tolerante (Souza *et al.*, 1986; Malézieux e Bartholomew, 2003).

No que diz respeito ao equilíbrio entre as bases trocáveis presentes no solo, Boyer (1978) estimou como satisfatória, valores bem mais próximos de 1,0. Isso significa que os teores de Mg podem ser bem mais próximos aos de Ca, ou até superiores.

Quanto à relação K/Mg no solo, dados apresentados por Boyer (1978) sugerem que para muitos cultivos tropicais e subtropicais os valores ótimos situam-se entre 0,25 e 0,33. Py *et al.* (1987) afirmaram que ela não deve ser maior do que 1,0 (teor de potássio maior do que o de magnésio), considerando o forte antagonismo que ocorre entre tais nutrientes, no processo de absorção pela planta.

Resultados obtidos por Souza *et al.* (2002) evidenciaram reduções nas concentrações de cálcio e magnésio na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola', em decorrência da adubação com doses crescentes de potássio, caracterizando as competições que ocorrem no processo de absorção de tais nutrientes.

10.2.3. Planta

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea perene, da família Bromeliaceae, com cerca de 50 gêneros e 2.000 espécies conhecidas. Além do valor alimentício dos frutos, há muitas espécies produtoras de fibras para cordoaria e fabricação de material rústico (sacaria), e outras com valor ornamental (Collins, 1960; Cunha e Cabral, 1999).

O abacaxizeiro compõe-se de caule (talo) curto e grosso, onde crescem folhas em forma de calha, estreitas e rígidas, e no qual também se inserem raízes axilares. O sistema radicular é fasciculado, superficial e fibroso, encontrado em geral numa profundidade de 0 a 30 cm e, raramente, a mais de 60 cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades comerciais mede de 0,80 a 1,20 m de altura e 1,00 a 1,50 m de diâmetro (Krauss, 1948a; Coppens d'Eeckenbrugge e Leal, 2003).

As folhas são classificadas, segundo seu formato e sua posição na planta, em A, B, C, D, E, F, da mais velha e externa, para a mais nova e interna (Figura 10.1) (Krauss, 1948b; Py *et al.*, 1987). A folha 'D', a mais jovem dentre as folhas adultas e a mais ativa, fisiologicamente, é usada para se avaliar o crescimento e o estado nutricional da planta. A folha 'D' é a mais alta na planta, forma ângulo de 45° entre o nível de solo e um eixo imaginário que passa pelo centro da planta, apresenta os bordos da parte inferior perpendiculares à base, podendo ser destacadas da planta com facilidade.

No caule, insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e, posteriormente o fruto composto tipo sorose (Okimoto, 1948). Rebentos ou mudas desenvolvem-se a partir de gemas axilares localizadas no caule (rebentões) e no pedúnculo (filhotes), que representam o material mais utilizado em plantios de abacaxi (Reinhardt, 1998).

O abacaxizeiro pode ser explorado por um ciclo, ou por um ou mais ciclos adicionais, chamados de soca. Os ciclos têm duração variável, dependendo das condições climáticas, do vigor do material de plantio e do manejo da cultura. Na Região Tropical brasileira, representativa para muitas regiões de cultivo de abacaxi no mundo, o primeiro ciclo dura de 14 a 18 meses, enquanto os ciclos da soca são mais curtos, levando, em geral, cerca de 12 a 14 meses (Reinhardt, 2000).

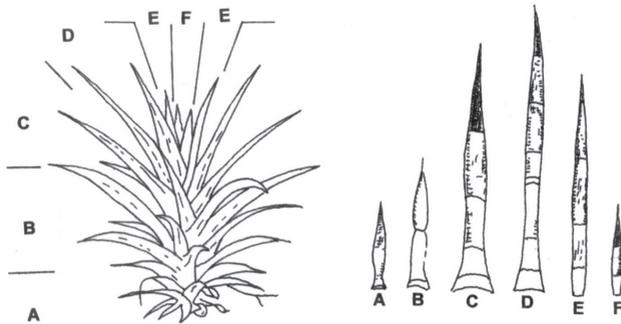


Fig. 10.1. Distribuição das folhas do abacaxizeiro, de acordo com a idade (A – mais velha; F – mais nova).

Fontes: (Py,1969; Malavolta, 1982).

10.3. Manejo do solo e da cultura

10.3.1. Preparo do solo e correção da acidez

O preparo do solo é importante para garantir um bom desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular do abacaxizeiro, normalmente limitado e superficial. Em áreas virgens, é necessário remover a vegetação por meio de desmatamento, roçagem, destoca, encoivramento e queima, seguido de aração e gradagem nos dois sentidos do terreno, a uma profundidade mínima de 30 cm.

Em áreas já cultivadas, dispensa-se o desmatamento e, em geral, também a destoca, mantendo-se as demais operações mencionadas. Em área anteriormente cultivada com abacaxi, é preciso eliminar os restos culturais, de preferência mediante a sua incorporação ao solo, após a decomposição parcial. Esse procedimento contribui para melhorar as condições físicas e biológicas do solo, considerando-se a grande

massa vegetal produzida num plantio de abacaxi ($> 50 \text{ t ha}^{-1}$).

Não obstante, o reconhecimento do abacaxizeiro como uma planta bem adaptada aos solos ácidos, existem situações em que a calagem se faz necessária, principalmente quando são baixos os teores de cálcio e magnésio no solo. A necessidade de calcário (NC) é normalmente definida a partir da análise do solo.

Qualquer que seja o critério adotado para o cálculo da calagem, é fundamental a manutenção do pH do solo na faixa recomendada para a cultura (4,5 a 5,5). Valores mais elevados podem limitar a disponibilidade de micronutrientes (zinco, cobre, ferro e manganês) e favorecer o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à cultura, como fungos do gênero *Phytophthora*, sobretudo na presença de umidade excessiva no solo. Caso a calagem seja necessária, a aplicação do corretivo deve ser feita com antecedência de 30 a 90 dias em relação ao plantio e incorporado por aração e gradagem quando do preparo do solo. Deve-se dar preferência aos calcários dolomíticos, considerando a demanda do abacaxizeiro pelo magnésio.

10.3.2. Plantio e controle de plantas invasoras

O plantio das mudas é feito em covas ou sulcos rasos. A profundidade não deve ultrapassar a terça parte do comprimento da muda, tomando-se o cuidado de evitar que caia terra no “olho” (roseta foliar) da mesma. O plantio deve ser efetuado em quadras, separadas de acordo com o tipo e tamanho das mudas, para facilitar os tratos culturais (Cunha, 1999).

As densidades de plantio variam de acordo com a cultivar, o destino da produção, o nível de mecanização, o uso da irrigação e outros fatores. Altas densidades de plantio favorecem a obtenção de elevadas produtividades por sua vez, baixas densidades, geralmente permitem a produção de maior percentagem de frutos grandes, que têm preços mais altos no mercado de frutas frescas. As densidades de plantio variam, em geral, de 25 a 50 mil plantas ha^{-1} . As densidades de 30 a 40 mil plantas ha^{-1} são as mais frequentes, buscando manter o equilíbrio entre o tamanho do fruto e a produtividade. Em outros países, onde se cultiva a variedade Smooth Cayenne ou seus híbridos, as densidades podem atingir até 86.000 plantas ha^{-1} (Hepton, 2003), sobretudo se a produção é destinada à fabricação de rodela em calda.

Os plantios podem ser estabelecidos em sistemas de filas simples ou duplas. No Brasil, predominam os seguintes espaçamentos: a) filas simples: 1,00 x 0,30 m (33.333 plantas ha^{-1}), 0,90 x 0,30 m (37.030 plantas ha^{-1}) e 0,80 x 0,30 m (41.660 plantas ha^{-1}); b) filas duplas: 1,20 x 0,50 x 0,40 m (29.411 plantas ha^{-1}), 1,00 x 0,40 x 0,40 m (35.714 plantas ha^{-1}), 1,00 x 0,40 x 0,35 m (40.816 plantas ha^{-1}), 1,00 x 0,40 x 0,30 m (47.619 plantas ha^{-1}) (Reinhardt, 2001).

Em cultivos sem irrigação, a época de plantio mais indicada é, em geral, o final da estação seca e o início da estação chuvosa. A experiência regional ou local de cultivo

pode definir outras épocas, possibilitando a produção de frutos em períodos com condições de mercado mais favoráveis, considerando-se, também, a disponibilidade de mudas. O uso da irrigação facilita a distribuição do plantio e da produção ao longo do ano.

Por ser uma planta de crescimento lento e de sistema radicular superficial, a competição do mato é muito prejudicial ao desenvolvimento e produção do abacaxizeiro, principalmente quando ocorre entre o plantio e a diferenciação floral, sobretudo nos primeiros cinco a seis meses após o plantio. Nesse período, a cultura deve ser mantida limpa, ao passo que na fase de formação do fruto a presença de plantas daninhas praticamente não resulta em efeitos negativos sobre a produção (Reinhardt e Cunha, 1984). O controle das plantas daninhas é feito mediante a integração de vários métodos, sendo os mais comuns a capina manual e a aplicação de herbicidas. A depender das condições climáticas e da fertilidade do solo, são necessárias até 12 capinas ao longo do ciclo da cultura. Na fase inicial do ciclo da cultura é possível cortar o mato mediante a utilização de implementos (cultivadores) tracionados por animais. Uma outra alternativa, ainda pouco empregada, é a cobertura morta (“mulch”). Desde que disponível na propriedade ou na região, a palha seca de diversos produtos (milho, feijão, capins, além de restos culturais, folhas, do próprio abacaxizeiro) deve ser uniformemente distribuída sobre a superfície do solo, sobretudo nas linhas de plantio. Em países de mão-de-obra de custo elevado e de utilização de muitos insumos modernos e intensa mecanização das práticas culturais, é comum a cobertura do solo nas linhas de plantio com filme de polietileno negro (Reinhardt *et al.*, 1981). O controle de plantas daninhas com herbicidas é boa alternativa, para reduzir a demanda por mão-de-obra, especialmente em plantios grandes e em períodos chuvosos, quando o mato cresce rapidamente. Os herbicidas mais usados pertencem ao grupo das uracilas (diuron, bromacil) e triazinas (ametrin, simazin, atrazin), sendo mais indicados para aplicação em pré-emergência ou pós-emergência precoce das plantas daninhas (Broadley *et al.*, 1993; Reinhardt, 2000).

10.3.3. Irrigação

Na cultura do abacaxi predominam os sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e por aspersão. O gotejamento é mais utilizado onde a disponibilidade de água é limitada, os custos de mão-de-obra são altos e as técnicas culturais avançadas. No Havaí, é comum, a utilização do gotejamento associado ao uso de filme de polietileno para cobertura do solo nas linhas de plantio, visando reduzir a evaporação. Esse sistema tem como principal inconveniente o custo elevado, pois a alta densidade de plantio da cultura determina a necessidade de uma linha de gotejadores para cada fila dupla de abacaxi (Almeida, 2001).

A microaspersão tem a mesma eficiência e oferece melhores condições de adaptabilidade à cultura do que o gotejamento porém, requer a elevação das

hastes suportes dos microaspersores, a fim de possibilitar atingir uma área maior, aspergindo a água sobre a planta. Como no gotejamento, também há necessidade de filtragem da água.

A irrigação por aspersão é o sistema que melhor se adapta ao formato em calha e ao arranjo foliar do abacaxizeiro, facilitando a captação de água aspergida, cuja absorção é favorecida pela presença das raízes adventícias nas axilas das folhas. Os sistemas de irrigação por aspersão mais representativos são a aspersão convencional, linhas laterais autopropelidas, com deslocamento linear (lateral rolante) ou radial (pivô central), aspersores autopropelidos (com ou sem cabos de tração) e montagem direta (Almeida e Reinhardt, 1999).

No manejo da irrigação do abacaxizeiro, sobretudo na estimativa das lâminas de água a aplicar, e a frequência de sua aplicação, deve ser considerada a reduzida profundidade efetiva do solo, explorada pelo sistema radicular da planta. Além disso, é importante a utilização de coeficientes de cultivo que reflitam o crescimento inicial lento das plantas, com reduzida cobertura da superfície do solo (coeficiente de 0,4 a 0,6). Isso é seguido de período de crescimento acelerado, até cobrir cerca de 70 a 80% da superfície (coeficientes crescentes até atingir 1,0 a 1,2), a manutenção da cobertura e da demanda hídrica até o início da fase de maturação do fruto (coeficientes de 1,0 a 1,2) e, finalmente, a redução do suprimento hídrico na fase final de maturação dos frutos, visando favorecer o acúmulo de solutos e a qualidade do fruto (coeficientes decrescentes de 1,0/1,2 para 0,4/0,6) (Almeida e Reinhardt, 1999; Almeida, 2001).

10.3.4. Controle da floração

A floração e a colheita podem ser antecipadas e uniformizadas, mediante a aplicação de fitorreguladores. A colheita deve ser planejada para que ocorra numa época mais favorável à comercialização, e para se evitar a concentração de operações na propriedade, que possam dificultar a administração (Cunha e Reinhardt, 1999).

Diversas substâncias podem ser usadas na indução floral do abacaxizeiro, destacando-se como as mais comuns o carbureto de cálcio e o ácido 2-cloroetilfosfônico (etefon). O carbureto de cálcio pode ser aplicado sob as formas granular ou líquida. No primeiro caso, coloca-se 0,5 a 1,0 g planta⁻¹, no centro da roseta foliar, em períodos úmidos ou chuvosos. Na presença da água o carbureto de cálcio produz o acetileno responsável pela iniciação floral. Na forma líquida, usada preferencialmente em épocas secas, o carbureto de cálcio é diluído em água (4 a 5 g litro⁻¹), em recipiente hermeticamente fechado, aplicando-se cerca de 50 mL da solução no centro da roseta foliar de cada planta (Reinhardt et al, 2001).

O etefon é um líquido que libera o gás etileno, principal hormônio responsável pela diferenciação floral do abacaxizeiro. O etefon pode ser aplicado na roseta central;

ou em pulverização sobre toda a planta, usando-se 50 mL planta⁻¹ de uma solução preparada com 0,5 a 2 mL do produto comercial Ethrel (24% i.a.) ou similar por litro de água. A elevação do pH da solução, que é bastante baixo (3,0 a 3,5), mediante a adição de hidróxido de cálcio (0,35 g por litro) aumenta a liberação do etileno. A adição de uréia a 1 a 2% (10 g a 20 g L⁻¹) estimula a penetração do etileno no tecido vegetal (Cunha, 1999).

O tratamento de indução floral é mais eficaz, se realizado à noite, ou nas horas menos quentes do dia (início da manhã ou final da tarde), preferentemente em dias nublados, pois, nessas condições ambientais os estômatos foliares encontram-se abertos, aumentando a absorção do indutor pelos tecidos da planta.

A indução floral só deve ser feita em plantas bem desenvolvidas e vigorosas, capazes de produzir frutos com tamanho adequado à comercialização e mudas para uso em novos plantios. O peso do fruto tem relação direta com o porte da planta na época de diferenciação floral, embora também dependa das condições climáticas reinantes durante o seu desenvolvimento. No caso da variedade “Pérola”, é recomendado efetuar a indução floral em plantas com folhas ‘D’ com peso fresco mínimo de 80 g e comprimento mínimo de 1,00 m, visando obter frutos com peso superior a 1,5 kg (Reinhardt et al., 1987).

10.4. Nutrição mineral

10.4.1. Extração e exportação de nutrientes

O abacaxizeiro é considerado uma planta exigente, demandando quantidades de nutrientes que a maioria dos solos cultivados não consegue suprir integralmente. Por essa razão, a prática da adubação é quase que obrigatória, nos plantios para fins comerciais. A Tabela 10.1 reúne dados de diversos autores sobre as quantidades de macronutrientes extraídas do solo pela cultura, com a seguinte ordem decrescente de absorção, para os macronutrientes: K>N>Ca>Mg>S>P. Em termos médios, por hectare, são extraídos: 178 kg de N, 21 kg de P (48 kg de P₂O₅) e 445 kg de K (536 kg de K₂O) resultando numa relação média de extração de 1,0:0,12:2,5, para N:P:K e 1,0:0,27:3,0, para N: P₂O₅: K₂O.

Na cultura do abacaxi, os frutos constituem-se na principal via de exportação de nutrientes. Segundo Py *et al.* (1987), as seguintes quantidades de nutrientes são retiradas por tonelada de frutos colhidos: 0,75 a 0,80 kg de nitrogênio (N), 0,15 kg de fósforo (P₂O₅), 2,00 a 2,60 kg de potássio (K₂O), 0,15 a 0,20 kg de cálcio (CaO) e 0,13 a 0,18 kg de magnésio (MgO). Com base nesses valores, uma colheita de 40 toneladas de frutos ha⁻¹ proporciona as seguintes exportações dos nutrientes: N – 30 a 32 kg, P₂O₅ – 6 kg, K₂O – 80 a 104 kg, CaO – 6 a 8 kg, MgO – 5,2 a 7,2 kg.

Tabela 10.1. Extração de nutrientes pelo abacaxizeiro, em kg ha⁻¹, segundo vários autores.

<i>Fonte</i>	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Stewart, Thomas & Horner	67	8	198			
Kraus	350	53	939	175		
Follett-Smith & Bourne	107	38	346	81	45	
Boname	83	12	363			
Cowie	123	15	256			
Choudhury	308	30	730			
Menon & Pandalai	139	20	243			
Menon & Pandalai	110	13	229			
Menon & Pandalai	74	30	325			
Hiroce <i>et al.</i>	355	32	509	236	115	40
França	106	10	243			
França	60	8	151			
Paula <i>et al.</i>	315	14	1,257	252	157	17
Paula <i>et al.</i>	300	14	444	161	33	35

Fonte: Teiwes e Gruneberg, 1963; França, 1976; Hiroce, 1982; Paula *et al.*, 1985.

Tabela 10.2. Acumulação de micronutrientes pelo abacaxizeiro, em kg ha⁻¹.

<i>Fonte</i>	Zn	Cu	B	Fe	Mn	Mo	Observações
	-----g ha ⁻¹ -----						
Hiroce <i>et al.</i> (1977)	404	191	311	5,095	2,456	5	50.000 plantas ha ⁻¹ cv. S.Cayenne
Paula <i>et al.</i> (1985)	337	169	267	4,020	7,308		50.000 plantas ha ⁻¹ cv. Pérola
Paula <i>et al.</i> (1985)	225	197	–	4,793	6,351		50.000 plantas ha ⁻¹ cv. S. Cayenne

A exportação de nutrientes ocorre, também via material propagativo (coroas e mudas dos tipos filhote e rebentão) destinado ao plantio em outras áreas, e, com menor frequência, mediante os restos culturais retirados do campo e usados para outros fins, como por exemplo, a alimentação animal.

10.4.2. Funções, importância e sintomas visuais de deficiência mineral

Nitrogênio (N): Segundo nutriente mais demandado pelo abacaxizeiro, e, frequentemente, tem comandado a produtividade da cultura. A não aplicação de fertilizantes nitrogenados, em formas orgânica ou mineral, resulta, quase sempre, no comprometimento do desenvolvimento e, ou, produtividade da planta, com o aparecimento de sintomas típicos da deficiência.

Sintomas de deficiência de N (Foto 10.1) são caracterizados pela folhagem amarelo-esverdeada a amarela; folhas pequenas, estreitas e pouco numerosas; planta fraca e de crescimento lento; fruto pequeno, muito colorido e com coroa pequena; ausência de mudas; frequente em solos pobres em matéria orgânica, sem adubação, e, ainda, em condições de elevada temperatura e luminosidade (Py *et al.*, 1987).

Com relação às características de qualidade dos frutos, existe uma grande concordância, observada em estudos conduzidos em diversos países, de que a acidez do suco decresce com o aumento das doses de N. Teisson *et al.* (1979) além de se referirem à redução da acidez do suco pelo aumento das doses de N, acrescentaram ainda os efeitos sobre a diminuição dos teores de ácido ascórbico, mencionando a tendência de que, em função disso, também contribuam para o aumento do escurecimento interno do fruto, conforme detectado em cultivos de ciclo longo.

Não se observa a mesma concordância quanto à influência do N sobre o teor de açúcar do fruto, havendo situações em que as doses crescentes de nitrogênio determinaram diminuição no valor do Brix, e situações outras, em que não se constataram influências desse nutriente sobre os teores de açúcar dos frutos. O excesso de nitrogênio concorre para reduzir a consistência e aumentar a translucidez da polpa e, em condições climáticas favoráveis (períodos quentes), pode também se elevar o risco do aparecimento da anomalia conhecida como “jaune” (amadurecimento da polpa, enquanto a casca do fruto permanece verde), conforme mencionaram Py *et al.* (1987).

As alternativas mais frequentes para o suprimento do nitrogênio na cultura do abacaxi são a uréia (45% N) e o sulfato de amônio (20% N). Outras fontes de nitrogênio, como o nitrato de potássio (13% N) e o nitrato de amônio (33% N), assim como os fertilizantes orgânicos (esterços de animais, tortas vegetais, compostos e outros) podem ser utilizados na cultura do abacaxi, desde que seja economicamente viável.

Fósforo (P): Em que pese a exigência relativamente baixa do abacaxizeiro ao fósforo (macronutriente acumulado em menor quantidade pela planta), tem se observado, tanto no Brasil como no exterior (Malásia, Guadalupe e Índia, por exemplo), situações em que a adubação fosfatada influenciou, positivamente sobre a produtividade da cultura. Tal fato é seguramente devido à baixa disponibilidade de fósforo na maioria dos solos, cultivados com essa planta.

Segundo Py *et al.* (1987), os sintomas de deficiência de fósforo no abacaxizeiro caracterizam-se por folhagem de cor escura, verde-azulada, mais pronunciada com excesso de adubação nitrogenada; folhas que se dessecam a partir da ponta, começando pelas mais velhas; folhas velhas com pontas secas de cor marrom-avermelhada e estrias transversais marrons. A margem dessas folhas amarelece a partir da ponta; planta de porte ereto, com folhas longas e estreitas; raízes com pêlos mais longos, muito coloridos e menos ramificados; fruto pequeno, com coloração

avermelhada. Tais sintomas ocorrem raramente, podendo aparecer de forma mais ou menos temporária, sobretudo em períodos secos, em solos pobres ou onde horizontes profundos foram expostos, devido ao preparo ou revolvimento.

Malézieux e Bartholomew (2003) destacaram que a deficiência de fósforo causa redução no crescimento de todas as partes da planta do abacaxizeiro, advertindo, porém, que os sintomas visuais de deficiência não são vistos com muita frequência e não são tão específicos, podendo ser confundidos com os resultantes de danos sofridos pelo sistema radicular, causados por déficit hídrico, nematóides ou cochonilhas. Pouca importância tem sido atribuída ao fósforo, em relação às características de qualidade do fruto do abacaxi.

Como fontes de fósforo têm sido mais utilizadas, os adubos fosfatados solúveis em água, como o superfosfato triplo (42% P_2O_5), o fosfato monoamônico-MAP (48% P_2O_5), o fosfato diamônico-DAP (45% P_2O_5) e o superfosfato simples (18% P_2O_5). Esse último, também pode suprir as plantas em enxofre (10-12% S). Os termofosfatos magnesianos (17% P_2O_5) têm sido igualmente utilizados, como fonte de fósforo e de magnésio (9% Mg) na cultura de abacaxi.

Potássio (K): Nutriente acumulado em maior quantidade no abacaxizeiro, também influi na produtividade da cultura, porém em intensidade bem menor do que o nitrogênio. A alta demanda do abacaxizeiro pelo potássio faz com que, freqüentemente, a planta expresse sintomas de deficiência do nutriente, sobretudo em solos com baixa disponibilidade de K.

Os sintomas de deficiência de K (Foto 10.2) caracterizam-se, principalmente, por folhas com pequenas pontuações amarelas que crescem, se multiplicam e podem se reunir sobre as margens do limbo; ressecamento de sua extremidade; planta de porte ereto; pedúnculo do fruto pouco resistente; fruto pequeno, sem acidez, sem aroma. Esses sintomas são comuns exceto em solos ricos em K. Tais sintomas são favorecidos por adubação desequilibrada rica em nitrogênio, insolação forte, lixiviação intensa, solos com Ph elevado e ricos em Ca e Mg (Py *et al.*, 1987).

O potássio tem influência marcante sobre a qualidade do fruto do abacaxi. Trabalhos experimentais têm mostrado o efeito de doses crescentes de K, sobre o aumento da acidez e, ou, do teor de açúcar do fruto, assim como sobre o aroma, o diâmetro do pedúnculo, contribuindo para reduzir o tombamento de frutos, e o aumento da consistência da polpa. Teisson *et al.* (1979) fizeram referência ao efeito benéfico de doses crescentes de potássio, sobre o aumento do teor de ácido ascórbico do fruto, atribuindo-lhe, por consequência, influência sobre a redução do escurecimento interno.

O potássio pode ser suprido pela utilização de: cloreto de potássio (58% K_2O), sulfato de potássio (50% K_2O), sulfato duplo de potássio e magnésio (20% K_2O) e o nitrato de potássio (44% K_2O).

Cálcio (Ca): Py *et al.* (1987) descreveram os seguintes sintomas para a deficiência de cálcio no abacaxizeiro: folhas muito pequenas, curtas, estreitas e quebradiças; entrenós muito curtos. Em meio controlado, pode evoluir até a morte do ápice, com desenvolvimento de brotos laterais que têm sintomas semelhantes. A deficiência de cálcio é rara, exceto em solos fortemente degradados.

As rochas calcárias são as fontes mais comuns de cálcio. Quando não se deseja elevar o Ph do solo, pode-se ter como opção o gesso agrícola (17 a 20% de Ca) e o próprio superfosfato simples (18 a 20% de Ca). Pode-se recorrer, ainda, ao nitrato de cálcio (17 a 20% de Ca), mais utilizado nas aplicações sob a forma líquida (Souza, 2004).

Magnésio (Mg): Plantas com deficiência de magnésio mostram folhas velhas amarelas, cujas partes sombreadas por folhas mais jovens permanecem verdes (Foto10.3); manchas amarelas que se tornam marrons em meio controlado; ressecamento das folhas velhas que não completaram seu crescimento quando do aparecimento da deficiência; frutos sem acidez, pobres em açúcar, sem sabor. Essa sintomatologia é muito freqüente nos solos pobres em Mg, especialmente quando intensivamente fertilizado com K, e em situações fortemente ensolaradas (Py *et al.*, 1987).

Os calcários dolomíticos são, em princípio, os fornecedores de Mg para a cultura abacaxi. Quando são observados sintomas de deficiência de Mg, após a aplicação de calcário dolomítico, ou após o estabelecimento da cultura, o sulfato de magnésio (9% de Mg) constitui-se a alternativa. Esse produto pode ser aplicado por via sólida ou líquida (pulverização foliar), devendo-se verificar a sua compatibilidade com outros materiais, no caso de misturas. Nas pulverizações foliares, a concentração do sulfato de magnésio nas soluções tem normalmente variado entre 0,5 e 2,5%. Os termofosfatos magnesianos, (em torno de 9% de Mg) são utilizados como fonte de fósforo e de magnésio.

Enxofre (S): Py *et al.* (1987) descreveram os seguintes sintomas relacionados à deficiência de enxofre no abacaxizeiro: folhagem amarelo-pálida a dourada; margem das folhas de cor rosa, sobretudo as mais velhas; planta de porte normal, porém, com frutos bastante pequenos. Tanto Py *et al.* (1987), como Malézieux e Bartholomew (2003) consideraram rara a ocorrência de sintomas de deficiência de S no abacaxizeiro.

O suprimento de enxofre é feito, normalmente por fertilizantes, que são ao mesmo tempo fontes de alguns dos macronutrientes principais, como o sulfato de amônio (23 a 24% de S), o sulfato de potássio (17 a 18% de S) e o superfosfato simples (10 a 12% de S). É importante, na seleção dos fertilizantes a serem utilizados, que fique assegurado o suprimento do S, sobretudo nos solos intensamente cultivados, e pobres em matéria orgânica, de modo a prevenir possíveis deficiências do nutriente.

10.4.3. Funções e importância dos micronutrientes

Segundo Su (1975), os micronutrientes que têm maior importância para a cultura do abacaxizeiro, em diferentes partes do mundo, são: ferro, zinco, cobre e boro.

Normalmente, os solos intensamente cultivados, que se apresentam com baixos teores de matéria orgânica e baixa disponibilidade de nutrientes, ou aqueles com pH alto (acima de 6,5) apresentam maiores possibilidades de carência de micronutrientes, merecendo atenção especial quanto a esse aspecto.

Py *et al.* (1987) descreveram os seguintes sintomas de deficiência de micronutrientes para o abacaxizeiro:

Boro (B): São atribuídos ao boro certos números de sintomas, verificados em diversas situações: coloração amarelada a alaranjada, tornando-se marrom em um só lado da folha; paralisação do crescimento da folha em dois terços de seu comprimento e pontas secas; tendência da folha a se enrolar (condições hidropônicas na Costa-do-Marfim); clorose das folhas jovens com avermelhamento dos bordos mortos do ápice (condições hidropônicas na Malásia); frutos com coroas múltiplas (Havaí, Martinica); formação de tecido suberoso entre os frutinhos, com frutos às vezes muito pequenos, esféricos (Austrália, Martinica). Esses sintomas aparecem, freqüentemente em razão da insolubilidade do boro no solo, devido à seca ou ao pH muito elevado.

Cobre (Cu): Folhas verde-claras, estreitas com bordos ondulados, com uma pronunciada calha em forma de U na seção transversal e raras tricomas; pontas das folhas se curvam para baixo; folhas velhas caídas com coloração vermelho-purpúreo na dobra; raízes curtas com pêlos reduzidos; planta raquítica. Sintomas esses, relativamente comuns, mas a descrição dos mesmos é freqüentemente imprecisa (Foto 10. 4)

Ferro (Fe): Desenvolvimento de clorose, iniciando-se nas folhas jovens; as folhas são geralmente flácidas, largas, amarelas com uma “rede” verde correspondendo aos vasos condutores. As folhas velhas parecem secas e, quando pulverizadas com elevadas doses de ferro mostram faixas transversais verdes. Os frutos apresentam-se vermelhos com coroa clorótica. Tais sintomas são freqüentes nas seguintes situações: solos com pH elevado, solos ricos em manganês ($Mn/Fe = 2$), solos compactados, áreas infestadas por cupins, quando grandes quantidades de nitrato são aplicadas, em plantas submetidas à uma diminuição muito rápida da atividade radicular, pelo ataque de cochonilhas, seca, dentre outros (Foto 10. 5).

Manganês (Mn): Os sintomas não são, de fato, muito bem definidos; as folhas atingidas apresentam um aspecto de mármore com áreas verde-claras, principalmente onde os vasos estão localizados, circulando áreas de um verde mais

escuro. A ocorrência é rara, podendo ser observada em solos ricos em Ca e com Ph elevado.

Molibdênio (Mo): Em relação ao molibdênio, a situação mais provável de ocorrência de deficiência é em solos com $\text{pH} < 4$. Não se tem, contudo, conhecimento da descrição de sintomas associados à deficiência desse nutriente, nem da sua verdadeira influência sobre o crescimento do abacaxizeiro (Py *et al.*, 1987; Malézieux e Bartholomew, 2003). O excesso de nitrato no fruto pode comprometer a qualidade de produtos enlatados de abacaxi (Chairidchai, 2000; Chongpraditnun *et al.*, 2000). Como o molibdênio é um componente da enzima nitrato redutase, os autores mencionados estudaram a influência da aplicação desse nutriente na concentração de nitrato no fruto do abacaxizeiro, constatando aumentos na concentração do Mo na folha 'D' da planta, e redução do teor de nitrato no fruto.

Zinco: Em plantas jovens, o centro da roseta foliar apresenta-se fechado, as folhas jovens são rígidas, quebradiças e às vezes encurvadas ("crook-neck"). Em plantas velhas, as folhas basais apresentam nervuras irregulares, com aparência de mármore (descoloração amarelo-alaranjada nas margens da folha), e pontas secas. Ataques freqüentes da cochonilha *Diaspis* apresentam sintomas semelhantes. A deficiência em zinco tende a ser rara, exceto em solos com pH elevado, com calagem excessiva, ou onde houve má incorporação do calcário ou do fósforo.

Para o atendimento das necessidades do abacaxizeiro em relação a esses micronutrientes têm sido recomendadas, por hectare, doses que variam de 1 a 5 kg de Fe, de 1 a 6 kg de Zn, de 1 a 10 kg de Cu, de 1 a 2,5 kg de Mn e de 0,3 a 2 kg de B. O suprimento dos micronutrientes, por via líquida, pode ser feito mediante à utilização dos sais: Sulfato ferroso (20% Fe); sulfato de zinco (22% Zn); oxiclreto de cobre (35 a 50% Cu); sulfato de cobre (24% Cu), sulfato de manganês (25% Mn); bórax (11,3%B). Esses micronutrientes podem ser aplicados por via sólida ao solo, podem, ainda, ser supridos mediante à aplicação de óxidos e fritas (silicatos sintéticos) dos respectivos nutrientes. No caso dos micronutrientes metálicos existe, ainda, a opção de utilização de seus respectivos quelatos, que podem ser aplicados por vias sólida ou líquida.

10.4.4. Avaliação do estado nutricional do abacaxizeiro

A avaliação do estado nutricional do abacaxizeiro pode ser feita pela análise foliar. Para isso, coleta-se normalmente a folha 'D' (Figura 10.1), considerada como a que melhor representa o estado nutricional da planta (ver o item "A planta e o seu ciclo"). Um procedimento prático para a sua identificação é reunir com as mãos todas as folhas, num "feixe" vertical no centro da planta, a mais longa corresponde à folha 'D' que, normalmente se destaca da planta com mais facilidade que as outras. De acordo com o objetivo da avaliação do estado nutricional, a coleta de folhas pode ocorrer ao longo do ciclo vegetativo da planta (normalmente a partir

do quarto mês após o plantio, indo até a indução floral, adotando-se intervalos de dois a quatro meses entre as coletas). Ressalte-se, porém, que o momento da indução do florescimento (com variações de ± 15 dias) tem sido adotado, como o principal estágio para a coleta das folhas.

Em se tratando de plantios comerciais, recomenda-se a coleta de uma amostra formada por um mínimo de 25 folhas, tomadas ao acaso, para cada talhão uniforme de plantio, coletando-se uma folha por planta. Após a coleta, é recomendável que as folhas sejam submetidas a uma pré-secagem, feita à sombra e em local ventilado, podendo ser cortadas em pedaços menores, para embalagem e envio para o laboratório. Nas análises, pode-se utilizar o terço mediano não clorofilado (de cor branca) da zona basal (técnica havaiana) ou a folha inteira (técnica francesa).

A Tabela 10.3 reúne informações de diferentes autores/instituições, sobre a interpretação dos resultados da diagnose foliar em abacaxi.

Tabela 10.3. Concentrações adequadas de nutrientes na folha “D” do abacaxizeiro indicadas por diferentes autores/instituições.

<i>Fonte</i>	Dalldorf and Langenegger	IRFA	Pinon	Malavolta	Malavolta
Amostra	----- Folha “D” inteira -----				Terço médio da parte basal da folha”D” aos 5 meses
Época	Na emergência da inflorescência	No momento da indução floral	Ao longo do ciclo	Aos 4 meses	
Nutriente					
Macronutriente	----- g kg ⁻¹ -----				
N	15-17	>12	13-15	15-17	20-22
P	$\pm 1,0$	>0,8	1,3	2,3-2,5	2,1-2,3
K	22-30	>28	35	39-57	25-27
Ca	8 to 12	>1,0	1,4	5-7	3,5-4,0
Mg	$\pm 3,0$	>1,8	1,8-2,5	1,8-2,0	4,0-4,5
Micronutriente	----- mg kg ⁻¹ -----				
Zn	± 10			17-39	
Cu	± 8			5-17	9-12
Mn	50-200			90-100	
Fe	100-200			600-1,000	
B	30				

Fontes: Pinon, 1981; Malavolta, 1982; Lacoeyilhe, 1984.

10.5. Adubação

A elevada demanda do abacaxizeiro por nutrientes torna a adubação uma prática muito freqüente na sua exploração. Além das exigências nutricionais da planta e da capacidade de suprimento de nutrientes pelo solo, a definição das recomendações específicas para cada área ou região produtora deve levar em consideração os seguintes fatores, os quais variam de região para região. Esses fatores levam em consideração: nível tecnológico adotado na exploração, destino da produção, custo dos fertilizantes, preços do produto, dentre outros, que normalmente variam com as características de produção e comercialização de cada área ou região.

Não obstante as variações que podem ocorrer nesse conjunto de fatores, constata-se nos vários países produtores de abacaxi, incluindo o Brasil, que as recomendações, por planta, variam, na maioria das situações, de 6 a 10 g de N, 1 a 4 g de P_2O_5 e 4 a 15 g de K_2O . A aplicação de fertilizantes sem levar em consideração a análise do solo e, ou, da planta, de modo geral, conduz a erros e, conseqüentemente, a baixo rendimento, baixa qualidade dos frutos e, ainda, baixo ou nenhum retorno econômico. Na Tabela 10.4, Souza et al. (2001) apresentam recomendações para a adubação do abacaxizeiro irrigado, com base em resultados de análises do solo.

Tabela 10.4. Recomendações de adubação para o abacaxizeiro irrigado nas Regiões semi-áridas, com base nos resultados de análise de solo.

	N	P no solo			K no solo			
		Mehlich (mg P dm ⁻³)			Mehlich (mg K dm ⁻³)			
		<5	6-10	11-15	<30	31-60	61-90	91-120
kg ha ⁻¹	----- P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----			----- K ₂ O (kg ha ⁻¹) -----				
No plantio								
1 ^o ao 2 ^o mês	60	120	80	40	90	75	60	45
4 ^o ao 5 ^o mês	80	-	-	-	120	100	80	60
6 ^o ao 7 ^o mês	90	-	-	-	135	110	90	75
8 ^o ao 9 ^o mês	90	-	-	-	135	115	90	60

Informações complementares:

Densidade de plantio: As doses recomendadas na tabela presupõem densidade de plantio em torno de 40.000 plantas ha⁻¹ (cv. Pérola). Para densidades em torno de 50.000 plantas ha⁻¹, recomendadas para (cv. Smooth Cayenne), as doses devem ser acrescidas de 25%.

Adubação fosfatada: Se conveniente para o produtor, pode ser efetivada por ocasião do plantio, em fundação, nas covas ou em sulcos.

Adubação por via líquida: Havendo opções pelas adubações pela via líquida, para o suprimento do nitrogênio e do potássio, deve-se promover um parcelamento bem maior dos fertilizantes (intervalos mensais ou quizenais). A via líquida também é indicada para aplicações suplementares de magnésio e de micronutrientes.

Indução de florescimento: Nono ou décimo mês após o plantio.

Fonte: Souza et al., 2001.

10.5.1. Modos de aplicação dos adubos

No cultivo do abacaxizeiro, a fertilização pode ser feita por via sólida ou líquida. Na adubação sob a forma sólida os fertilizantes podem ser aplicados nas covas ou sulcos de plantio (opção mais utilizada para os adubos orgânicos e adubos fosfatados) ou em cobertura, junto às plantas ou nas axilas das folhas basais (opção mais utilizada para os adubos nitrogenados e potássicos, podendo também ser utilizada para os fertilizantes fosfatados solúveis em água).

As aplicações por via sólida podem ser feitas com as próprias mãos, utilizando-se colheres ou outras adaptações, inclusive com o concurso de adubadeiras. Independentemente da maneira escolhida para a aplicação, deve-se sempre evitar que os adubos caiam nas folhas superiores (mais novas) ou no “olho” da planta, em razão dos danos que podem causar. Após a aplicação em cobertura, é recomendável cobrir os adubos com terra (amontoa). Essa operação contribui para reduzir a perda de nutrientes, e para a fixação da planta no solo.

A adubação por via líquida, feita com mais frequência sob a forma de pulverização foliar (a arquitetura da planta do abacaxizeiro e as características morfológicas e anatômicas de suas folhas favorecem, sobremaneira, a absorção foliar de nutrientes, fazendo com que a aplicação dos mesmos por via líquida seja bastante utilizada por alguns segmentos de produtores), é mais utilizada para a aplicação de nitrogênio, potássio e micronutrientes, podendo servir, também à aplicação de magnésio. Raramente é utilizada para a aplicação de fósforo. Para as pulverizações foliares utilizam-se, normalmente, pulverizadores costais ou tanques tracionados mecanicamente, acoplados a barras de pulverização.

As pulverizações foliares com adubos devem ser evitadas nas horas mais quentes do dia, assim como o escoamento excessivo e o acúmulo das soluções nas axilas das folhas, para que não ocorram “queimas”. É aconselhável, também, que a concentração total dos adubos na solução não ultrapasse 10%. É normal, principalmente em grandes plantios, a realização das pulverizações foliares à noite. Outro cuidado que se deve ter, quando na aplicação conjunta de fertilizantes, via pulverização foliar, é com a verificação da compatibilidade entre os diversos produtos a serem usados.

A fertirrigação pode ser praticada com sucesso em cultura irrigada por aspersão, ou naquelas submetidas à irrigação localizada de alta frequência.

O nitrogênio é o nutriente mais aplicado via água de irrigação na cultura do abacaxizeiro, em seguida o potássio. Também o cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes podem ser supridos ao abacaxizeiro, mediante a fertirrigação.

Não é comum, no cultivo do abacaxizeiro, a aplicação do fósforo via água de irrigação. Normalmente a adubação fosfatada é feita de uma só vez, e sob a forma sólida, antes do plantio, nas respectivas covas ou sulcos, ou em cobertura,

decorridos 30 a 60 dias do plantio. Havendo, contudo, a opção pela aplicação do fósforo via água de irrigação, as fontes mais recomendadas são o fosfato diamônico-DAP (45 % P_2O_5), o fosfato monomônico-MAP (48% P_2O_5) e o próprio ácido fosfórico (40 ou 52% P_2O_5).

Souza e Almeida (2002) apresentaram duas alternativas para o suprimento do nitrogênio e potássio para a cultura do abacaxi, via fertirrigação (aplicação de doses crescentes de N e K a intervalos de tempo equidistantes, ou aplicação de doses iguais de N e K a intervalos de tempo decrescentes). Em ambas as alternativas as doses totais dos nutrientes são parceladas em 16 aplicações.

10.5.2. Épocas de aplicação dos adubos

A adubação do abacaxizeiro deve ser realizada na fase vegetativa do ciclo da planta (do plantio à indução do florescimento), período em que há um aproveitamento mais eficiente dos nutrientes aplicados.

Nos plantios conduzidos sem irrigação, o parcelamento dos adubos aplicados por via sólida, dentro do período recomendado, deve levar em consideração o regime de chuvas da região, de modo que as adubações coincidam com períodos de boa umidade no solo.

No geral, não se recomendam aplicações de nutrientes na fase reprodutiva do ciclo da planta (após o desencadeamento do processo de florescimento), considerando a pequena expectativa de respostas positivas. Contudo, existem situações especiais, como no caso de plantas induzidas em más condições nutricionais, em que a aplicação de nutrientes pode resultar em efeitos positivos para o peso e, ou, qualidade do fruto. Nessas circunstâncias, é recomendável que a aplicação de fertilizantes seja feita via líquida, até no máximo 60 dias após a indução floral.

10.6. Referências

- Almeida, O.A. de, and D.H. Reinhardt. 1999. Irrigação. *In*: G.A.P. da Cunha, J.R.S. Cabral, and L.F. da S. Souza. O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia. p. 203-227. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.
- Almeida O.A de. 2001. Irrigação na cultura do abacaxi: aspectos técnicos e econômicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica 41.
- Aubert, B.; J.P. Gaillard, C. Py, P. Lossois, and J. Marchal. 1973. Influence de l'altitude sur le comportement de l'ananas 'Cayenne Lisse'. *Essais réalisés au pied du Mont Cameroun. Fruits. (Paris) 28(3):203-14.*
- Bartholomew, D.P., and S.B. Kadzimin. 1977. Pineapple. *In*: P. de T. Alvim, and T.T.

- Kozlowski (ed.) *Ecophysiology of tropical crops*. p. 113-156. Academic Press, New York.
- Bartholomew, D.P., E. Malézieux, G.M. Sanewski, and E. Sinclair. 2003. Inflorescence and fruit development and yield. *In*: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) *The pineapple: botany, production and uses*. p. 167-202. CABI Publishing, New York.
- Boyer, J. 1978. Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et subhumides. ORSTOM, Paris.
- Brasil. Ministério da Agricultura. 1972. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. Sudene, Rio de Janeiro. Boletim Técnico, 15.
- Brasil. Ministério da Agricultura. 1978. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 45.
- Brasil. Ministério da Agricultura. 1973. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. DNPEA/DPP. Recife. DNPEA/DPP. Boletim Técnico, 30.
- Broadley, R.H., R.C. Wassman, and E.R. Sinclair. 1993. *Protect your pineapples*. Department of Primary Industries, Queensland.
- Chairidchai, P. 2000. The relationships between nitrate and molybdenum contents in pineapple grown on an inceptisol soil. *In*: S. Subhadrabandhu, and P. Chairidchai (ed.) *Proc., 3th International Pineapple Symposium, Pattaya, Thailand*. p. 211-216. 1998. *Acta-Horticulturae* 529:211-216.
- Chongpraditnun, P., P. Luksanawimol, P. Limsuthchaiporn, and S. Vasunun. 2000. Effect of fertilizers on the content of nitrate in pineapple fruit. *In*: *Proc., 3th International Pineapple Symposium, Pattaya, Thailand*. p. 211-216. 1998. S. Subhadrabandhu, and P. Chairidchai (ed.) *Acta-Horticulturae*. 529:341.
- Collins, J.L. 1960. *The pineapple, botany, utilization, cultivation*. Leonard Hill, London.
- Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC. 1995. *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. ed. SBCS-Nucleo Regional Sul. Passo Fundo.
- Coppens D'Eeckenbrugge, G., and F. Leal. 2003. Morphology, anatomy and taxonomy. *In*: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) *The pineapple: botany, production and uses*. p. 13-32. CABI Publishing, New York.
- Cunha, G.A.P. da. 1999. Florescimento e uso de fitoreguladores. *In*: G.A.P. da Cunha, J.R.S. Cabral, and L.F. da S. Souza. *O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia*. p. 229-251. Org., Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.
- Cunha, G.A.P. da. 1999. Implantação da cultura. *In*: G.A.P. da Cunha, J.R.S. Cabral, and L.F. da S. Souza. *O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia*. p. 139-167. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.

- Cunha, G.A.P. da, and J.R.S. Cabral. 1999. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. *In*: G.A.P. da Cunha, J.R.S. Cabral, and L.F. da S. Souza. O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia. p. 17-51. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.
- FAO. 2006. FAOSTAT. <http://www.fao.org/>.
- França, G.E. de 1976. Curva de crescimento, concentração e absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) durante um ciclo de cultura. ESALQ. Piracicaba. 63p. Dissertação (Mestrado).
- Gadelha, R.S.S., H. de O. Vasconcelos, and A. Vieira. 1982. Efeitos de adubação orgânica sobre o abacaxizeiro ‘Pérola’ em Regossolo. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasília) 17(4):545-547.
- Gowing, D.P. 1961. Experiments on the photoperiodic response in pineapple. American Journal of Botany. 48:16-21.
- Hepton, A. 2003. Cultural system. *In*: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) The pineapple: botany, production and uses. p. 109-142. CABI Publishing, New York.
- Hiroce, R. 1982. Composição química inorgânica do abacaxizeiro. *In*: Anais... Simpósio Brasileiro sobre Abacaxicultura. (Jaboticabal). p. 111-120.
- Hiroce R., O.C. Bataglia, P.R. Furlani, A.M.C. Furlani, E.J. Giacomelli, and J.R. Gallo. 1977. Composição química inorgânica do abacaxizeiro (*Ananas comosus* ‘Cayenne’) da região de Bebedouro, SP. Ciência e Cultura (São Paulo) 11(3):323-326.
- IBGE. 2003. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtbl>>. Acesso em: 11 dez. 2003.
- Krauss, B.H. 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. 1. Introduction, organography, the stem and the lateral branch or axillary buds. Botanical Gazette (Chicago) 110:159-217.
- Krauss, B.H. 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. 2. The leaf. Botanical Gazette (Chicago) 110:333-404.
- Lacoeuilhe, J. J. 1984. Ananas. *In*: P. Martin-Prével, J. Gagnard, and P. Gautier. L’analyse végétale dans le contrôle de l’alimentation des plantas. p. 675-694. Technique et Documentation (Lavoisier).
- Malavolta, E. 1982. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. *In*: C. Rugiero. Simpósio Brasileiro sobre Abacaxicultura. p. 121-153. Anais... 1. FCAV. Jaboticabal.
- Malzéieux, E., F. Côte, and D.P. Bartholomew. 2003. Crop environment, plant growth and physiology. *In*: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) The pineapple: botany, production and uses. p. 69-107. CABI Publishing, New York.
- Malzéieux, E., and D.P. Bartholomew. 2003, Plant nutrition. *In*: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) The pineapple: botany, production and uses.

- p. 143-165. CABI Publishing, New York.
- Melo Filho, H.F.R. de, and J.C. Araujo Filho. 1984. Caracterização pedológica de um perfil de solo na região produtora de abacaxi de Coração de Maria, BA. Coração de Maria, 3p. (dados não publicados).
- Naime, U.J. 1981. Solo para abacaxizeiro. Informe Agropecuário (Belo Horizonte) 7(74):14-15.
- Okimoto, M.C. 1948). Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. Botanical Gazette (Chicago) 110:217-231.
- Overbeek, van J. 1946. Control of flower formation and fruit size in the pineapple. Botanical Gazette (Chicago) 108:64-73.
- Paula, M.B. de, J.G. de Carvalho, F.D. Nogueira, and C.R. de R. Silva. 1985. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. Informe Agropecuário (Belo Horizonte) 11(130):27-32.
- Pinon, A. 1978. L'ananas de conserverie e sa culture. Cote D'Ivoire: Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes.
- Prezotti, L.C. 1992. Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo (3ª aproximação). Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. Vitória. 73p. EMCAPA. Circular Técnica, 12.
- Py, C., J.J. Lacoeuilhe, and C. Teison. 1987. The pineapple, cultivation and uses. G.P. Maisonneuve et Larose. Paris.
- Py, C. 1969. La Piña Tropical. Editorial Blume. Barcelona.
- Reinhardt, D.H. 1998. Manejo e produção de mudas de abacaxi. Informe Agropecuário (Belo Horizonte) 19(195):3-19.
- Reinhardt, D.H. 2000. Controle de plantas daninhas. *In*: D.H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi. Produção: Aspectos técnicos. p. 28-29. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília. (Frutas do Brasil. 7)
- Reinhardt, D.H. 2000. A planta e o seu ciclo. *In*: D.H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi. Produção: Aspectos técnicos. p. 13-14. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília. (Frutas do Brasil. 7)
- Reinhardt, D.H. 2001. Clima. *In*: D.H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi irrigado em condições semi-áridas. p. 11. Org. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.
- Reinhardt, D.H., J.T.A. Costa, and G.A.P. da Cunha. 1987. Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral no abacaxi 'Smooth Cayenne' no Recôncavo Baiano. 2. Produtividade e características do fruto. Fruits (Paris) 42(1):13-23.
- Reinhardt, D.H., and G.A.P. da Cunha. 1984. Determinação do período crítico de competição de ervas daninhas na cultura do abacaxi 'Pérola'. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasília) 19(4):461-467.
- Reinhardt, D.H., and G.A.P. da Cunha. 2000. Manejo da floração. *In*: D.H. Reinhardt,

- L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi. Produção: Aspectos técnicos. p. 41-44. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília. (Frutas do Brasil; 7).
- Reinhardt, D.H., G.A.P. da Cunha, and J.L.P. Menegucci. 2001. Indução floral. *In*: D.H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi irrigado em condições semi-áridas. p. 60-63. Org. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.
- Reinhardt, D.H., G.A.P. da Cunha, and R.F. Souto, R.F. 2001. Plantio. *In*: D. H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R.S. Cabral. Abacaxi irrigado em condições semi-áridas. p. 21-24. Org. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.
- Reinhardt, D.H., N.F. Sanches, and G.A.P. da Cunha. 1981. Métodos de controle de ervas daninhas na cultura do abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (Brasília) 16(5):719-724.
- Souza, J. da S.; Cardoso, C.E.L.; Torres Filho, P. (1999): Situação da cultura no mundo e no Brasil e importância econômica. *In*: G.A.P. da Cunha, J.R.S. Cabral, and L.F. da S. Souza. O abacaxizeiro: Cultivo, agroindústria e economia. p. 403-428. Org. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.
- Souza, L.F. da S. 1989. Abacaxi. *In*: Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. p. 67-68. Comissão Estadual De Fertilidade do Solo. Ceplac/ Ematerba/ Embrapa/ Nitrofertil. Salvador.
- Souza, L.F. da S., and O.A. de Almeida. 2002. Requerimento de nutrientes para fertirrigação. 1. Abacaxi. *In*: A.L. Borges, E.F. Coelho, and A.V. Trindade. Fertirrigação em fruteiras tropicais. p. 68-76. Org. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.
- Souza, L.F. da S., R.R.C. Duete, E.M. Rodrigues, and G.A.P. da Cunha. 1986. Tolerância do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ à acidez do solo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (Cruz das Almas) 8(2):13-19.
- Souza, L.F. da S., N.B. Gonçalves, R.C. Caldas, A.G. Soares, and V.M. Medina. 2002. Influência da adubação potássica nos teores foliares de nutrientes do abacaxizeiro ‘Pérola’. *In*: Anais... Congresso Brasileiro de Fruticultura (Belém) 17.CD p. 1-4 SBF/Embrapa Amazônia Oriental. Belém.
- Souza, L.F. da S., R.F. Souto, and J.L.P. Menegucci. 2001. Adubação. *In*: D. H. Reinhardt, L.F. da S. Souza, and J.R. Cabral. Abacaxi irrigado em condições semi-áridas. p. 54-59. Org. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas.
- Souza, M. De, P.T.G. Guimarães, J.G. de Carvalho, and J.C. Fragoas. 1999. Abacaxizeiro. *In*: A.C. Ribeiro, P.T.G. Guimarães, and V.V.H. Alvarez (ed.) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais* (5ª aproximação). p. 216. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa.
- Spironello, A., and P.R. Furlani. 1996. Abacaxi. *In*: B. Van Raij, H. Cantarela, J.A. Quaggio, and A.M.C. Furlani (ed.) *Recomendações de adubação e calagem para*

- o Estado de São Paulo. 2ª ed. p. 128. IAC Campinas. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- Su, N.R. 1975. Micronutrient problems in pineapples. ASPAC/Food ; Fertilizer Technology Center. Taipei. (Extension Bulletin, 51).
- Teisson, C., J.J. Lacoeyllhe, and J.C. Combres, J.C. 1979. Le brunissement interne de l'ananas; V - Recherches des moyens de lutte. Fruits, (Paris). 34(6):399-415.
- Teiwes, G., and F. Gruneberg. 1963. Conocimientos y experiencias en la fertilizacion de la piña. Boletín Verde (Hannover) 3:1-67.

11. Gravioleira

Alberto Carlos de Queiroz Pinto¹

11.1. Introdução

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é cultivada em diversos países tropicais, tais como, Angola, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Jamaica, Índia, México, Panamá, Peru, Porto Rico e Venezuela (Pinto e Silva, 1994). O nome genérico *Annona* significa no latim “colheita anual” (Lizana e Reginato, 1990). As espécies de *Annona* apresentam características comuns com outras espécies de fruteiras tropicais, especialmente no que se refere à altura da planta, sistema radicular, biologia floral, tipo de fruto entre outras (Ochse *et al.*, 1974).

A gravioleira é considerada um arbusto, com altura variando de 4 a 8 m, dependendo de fatores como clima, solo e manejo da cultura. Além disso, apresenta hábito de crescimento espreado. As flores são hermafroditas e agrupadas de duas a quatro flores que emergem dos ramos e do tronco, com três sépalas verdes e seis pétalas arrançadas em dois verticilos. O fruto é uma baga, tipo sincarpo, com inúmeros carpelos verdes, vulgarmente denominados de “acúleos” ou “espinhos”, com peso variando de 0,9 a 10 kg (León, 1987).

O sistema radicular tem abundantes raízes laterais e a pivotante possui comprimento variando de 1,5 a 1,8 m Pinto e Silva (1994). A raiz pivotante não é tão vigorosa e profunda quanto a de outras fruteiras tropicais, como a da mangueira (*Mangifera indica* L.). Essas características são muito importantes para se planejar a adubação e a tomada de decisão, quanto ao manejo da cultura.

11.2. Produção mundial e tendência

Exceto algumas informações encontradas no México, no Brasil e na Venezuela, há pouca literatura comentada sobre área e produção dessa anonácea. Nas Américas, o México é o mais importante produtor de graviola, e, em 1997 possuía uma área aproximada de 5.900 ha e uma produção de cerca de 35.000 t. A Venezuela possuía, em 1987, uma área cultivada, de aproximadamente 3.500 ha e uma produção estimada em 10.000 t (Hernández e Nieto Angel, 1997).

¹ Embrapa Cerrados, BR 020 km 18 Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 403, CEP 73301-970, Planaltina-DF, Brasil, E-mail: alcapi@terra.com.br.

A área cultivada no Brasil é de aproximadamente de 2.000 ha, com produção estimada em 8.000 t, quase totalmente comercializada no mercado interno. Devido ao clima favorável, a Região Nordeste do Brasil representa cerca de 90% do total da produção de graviola. No Estado do Ceará, situado no Nordeste brasileiro, estima-se uma área de 500 ha, visando, principalmente atender às indústrias de sucos existentes na região (Bandeira e Braga Sobrinho, 1997).

A graviola é rica em sais minerais, principalmente cálcio (Ca) e potássio (K), com sabor bastante apreciado em sucos e geléias, sendo considerada uma fruta comercial muito bem aceita no mercado interno, cujo preço, em Brasília, está por volta de R\$ 2,50 kg⁻¹ do fruto. No entanto, a exportação ainda é muito pequena e de crescimento lento, sendo dependente da atuação de poucas indústrias de polpa e sucos no Nordeste brasileiro.

11.3. Clima e Solo

11.3.1. Clima

O gênero *Annona* engloba, em sua maioria, plantas tropicais e subtropicais, embora algumas espécies desenvolvam-se sob condições de clima temperado. Muitas das espécies crescem sob condições de baixa altitude, e aquelas com maior adaptação às altitudes, são também as mais adaptadas às variações de latitude. Segundo (Nakasone e Paull, 1998) a faixa de latitude para o ótimo desenvolvimento da cultura, situa-se entre 27° N a 22,5° S.

A gravioleira é a mais tropical das anonáceas, sendo considerada uma espécie de baixas altitudes e de clima quente úmido, sendo cultivada, principalmente em altitudes inferiores a 900 m do nível do mar (Zayas, 1966). No entanto, em altitudes de até 1.100 m, são encontrados pomares com excelente desenvolvimento (Pinto e Silva, 1994). A gravioleira adapta-se muito bem em clima do tipo A e Aw, considerado de região de Savanas e tropical úmida, cujas precipitações anuais, em geral, são superiores a evapotranspiração (Ayoade, 1991).

Dois fatores climáticos muito importantes sobre a cultura são as chuvas, principalmente às fora de época, e os ventos fortes. Ambos, quando ocorrem em grande intensidade e no período de florescimento, reduzem enormemente a eficiência da polinização (Nakasone e Paull, 1998).

Embora o fotoperíodo não seja relatado como fator importante na ecofisiologia das anonáceas, o forte sombreamento induz a um baixo vingamento de frutos. Portanto, poda, espaçamento e adubação são algumas práticas muito importantes no manejo do pomar. Com relação à luminosidade, a gravioleira é bastante exigente em luz e, o sombreamento de plantas vigorosas reduz o pegamento de frutos (Villachica *et al.*, 1996). Com relação à temperatura do ar, a gravioleira cresce e produz muito bem na faixa de temperatura, variando de 21 a 30 °C, sendo bastante sensível

às mudanças bruscas, especialmente se chegar ao limite de 12 °C (Pinto e Silva, 1994). Para Nakasone e Paull (1998), a melhor amplitude de temperatura, para o desenvolvimento ótimo da gravioleira, está entre 15 e 25 °C.

11.3.2. Solos

A gravioleira, de modo geral, desenvolve-se em classes texturais de solo, desde os arenosos até os franco-argilosos, porém prefere os solos de textura média, profundos com boa aeração (Melo *et al.*, 1983; Ledo, 1992). A drenagem do solo é condição necessária para o bom desenvolvimento do sistema radicular e, principalmente, para evitar problemas de doenças das raízes. O pH do solo mais adequado ao da cultura, situa-se entre 6,0 a 6,6 (Pinto e Silva 1994)

11.4. Manejo do solo e da cultura

No preparo do solo para implantação do pomar de gravioleira incluem-se previamente, operações de limpeza do terreno, aração, gradagem, aplicação de corretivos da acidez e adubação corretiva fósforo e potássio, principalmente.

A coleta e análise de solo são operações prévias à aração e gradagem. As quantidades de corretivos e de adubos necessários à instalação do pomar são decididas, tendo-se como base a análise do solo. No caso de solos ácidos, bastante comuns no Brasil, a calagem é de alta relevância, não somente para corrigir o pH para 6,0-6,5, melhor faixa para gravioleira, como também, atingir a saturação por bases entre 60-70% (Pinto *et al.*, 2001). A gessagem também é uma operação recomendada, principalmente quando se tem subsolo ácido (saturação por Al > 20% e, ou Ca < 0,5 cmol_c dm⁻³) até a profundidade de 60 cm (Andrade, 2004).

Adubações corretivas são, geralmente recomendadas para solos deficientes em fósforo (P) e potássio (K), sendo os fertilizantes aplicados a lanço em toda área ou na faixa de plantio, seguido de incorporação (Andrade, 2004). A recomendação de adubação fosfatada, em geral, baseia-se no teor de argila e na disponibilidade de fósforo, detectado pela análise do solo (Tabela 11.1) Sousa e Lobato (2004).

Qualquer que seja a correção da fertilidade inicial do solo, onde o pomar de gravioleira será implantado, o fator custo será um dos mais importantes. Portanto, a decisão de se fazer a correção a lanço na área total deve ser entendida, que nas entrelinhas serão cultivadas plantas anuais, que garantam algum retorno econômico ao produtor, antes da gravioleira iniciar a produção três anos, após o plantio do pomar.

A gravioleira pode ser propagada por semente (pé franco) ou enxertia. O porte da planta não é afetado pelo modo de propagação, porém a maioria dos produtores dão preferência as mudas enxertadas. A propagação por semente ou enxertada é feita em sacolas plásticas, cujo substrato para semeadura e crescimento das plântulas

("seedlings") varia de região para região. Os componentes do substrato, na fase de viveiro, são muito importantes, pois dependendo do material usado e da quantidade, há possibilidade de interferência na germinação das sementes, de fitotoxidez com queima das folhas jovens e morte das plântulas (Pinto e Silva, 1994)

Considerando que há variação na recomendação e uso dos nutrientes entre as diversas regiões, Pinto (1996) recomenda para cada m³ de substrato (cerca de 700 kg de mistura) preparado com os seguintes constituintes: 300-350 kg de solo da região, 300-350 kg de esterco bovino curtido, 300-500 g de calcário dolomítico e 400-600 g de superfosfato simples. Após o preparo da mistura, é recomendável sua solarização com a finalidade de eliminar pragas. Rego (1992) estudou o efeito do esterco bovino curtido nas dosagens de 0, 5, 10, 15 e 20% do substrato de mudas de gravioleira, durante quatro meses. O autor concluiu que 15% de esterco bovino foi o mais eficiente no crescimento das plantas.

Após a germinação e durante o crescimento das plântulas, a adubação nitrogenada deve ser feita com sulfato de amônio, diluído numa proporção de 5 g por litro de água, e a solução aplicada diretamente no substrato, a cada 21 dias. Após o quarto mês, as mudas devem receber pulverizações bimensais com micronutrientes nas fórmulas comerciais, comumente encontradas no mercado e nas dosagens de 1-2%. (Pinto e Silva, 1994).

Tabela 11.1. Aplicação da adubação fosfatada de acordo com a percentagem de argila no solo e o nível de fósforo disponível.

Teor de argila %	Disponibilidade de fósforo do solo (mg kg ⁻¹)		
	0-10	10-20	>20
g kg ⁻¹	-----P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)-----		
≤150	60	30	0
160-350	100	50	0
300-600	200	100	0
>600	280	140	0

Fonte: Sousa e Lobato, 2004.

11.5. Nutrição mineral

11.5.1. Extração e exportação de nutrientes

Para plantas adultas, a necessidade de adubação deve ser calculada, não somente com base nas análises de solo e de folhas, mas também considerando-se a extração de nutrientes pelos frutos produzidos. Na realidade, a quantidade de nutrientes removida pelos frutos pode ser considerada como um guia excelente para nortear um programa de adubação para qualquer fruteira, na fase de produção (Mengel e Kirkby,

1987; Torres e Sánchez López, 1992; Hermoso e Farré, 1997). As quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos, variam entre as diferentes espécies de frutas e, comparativamente, a graviola (*Anona muricata* L.), à semelhança do abacate, é a espécie que mais exporta nitrogênio e, para a produção de 10 t de frutos são necessários 27 kg de nitrogênio, para repor somente o que foi exportado pela colheita (Tabela 11.2).

As quantidades de nutrientes contidos nos frutos de graviola, produzidos na Venezuela e no Brasil diferem, consideravelmente em relação ao K e Ca, sendo, no entanto, similares para os outros macronutrientes (Tabela 11.3). No Estado da Paraíba, Brasil, as quantidades de micronutrientes por tonelada de frutos colhidos, exportados foram: Fe, 8,03 g; Cu, 1,65 g; Mn, 2,71 g; Zn, 3,71 g e B, 2,75 g, Silva *et al.* (1984), sendo o ferro o micronutriente mais exportado.

Tabela 11.2. Teores de macronutrientes de alguns frutos tropicais e subtropicais (kg t⁻¹ frutos⁻¹).

Nutriente	Abacate ⁽¹⁾	Abacaxi ⁽¹⁾	Laranja ⁽¹⁾	Banana ⁽¹⁾	Graviola ⁽²⁾
Macronutriente	----- kg t ⁻¹ -----				
N	2,80	0,90	1,20	1,70	2,70
P	0,35	0,12	0,27	0,22	0,54
K	4,53	2,00	2,60	5,50	3,60
Ca	0,13	0,10	1,05	0,21	0,26
Mg	0,20	0,16	0,20	0,27	0,24

Fonte: ⁽¹⁾Marchal e Bertin, 1980; ⁽²⁾Silva *et al.*, 1984.

Tabela 11.3. Teores de macronutrientes em frutos de graviola (kg t⁻¹ fruto⁻¹) produzidas na Venezuela e no Brasil.

Nutriente	Venezuela ⁽¹⁾	Brasil ⁽²⁾
Macro-nutriente	-----kg t ⁻¹ -----	
N	2,97	2,70
P	0,53	0,54
K	2,53	3,60
Ca	0,99	0,26
Mg	0,15	0,24

Fonte: ⁽¹⁾Avilan *et al.*, 1980 ; ⁽²⁾Silva *et al.*, 1984.

11.5.2. Funções e importância dos macronutrientes

Nitrogênio (N): A sua deficiência promove um amarelecimento intenso nas folhas mais velhas, em virtude do transporte e uso desse nutriente nos tecidos mais jovens, principalmente para o crescimento. Os sintomas iniciam-se, principalmente nas plantas jovens (“seedlings”) nos primeiros 30-40 dias, após a germinação. Geralmente, verifica-se nas plantas do gênero *Anona* uma visível progressão da deficiência de nitrogênio, promovendo um intenso amarelecimento e abscisão da folha. Na gravioleira, além do amarelecimento das folhas, as plantas jovens mostram redução acentuada na altura e abscisão precoce das folhas.

Fósforo (P): A deficiência desse nutriente manifesta-se por meio de uma clorose irregular nas folhas basais, e muitas delas mostram uma coloração verde-escura. Com a progressão da deficiência, as folhas vão se tornando pequenas, e tomam formas irregulares. As plantas deficientes crescem muito vagorosamente, as folhas apresentam manchas marrons, com necrose nas margens do limbo, seguida de abscisão.

Potássio (K): Em geral, as plantas deficientes em K não manifestam habilidade para transportar o carboidrato resultante da fotossíntese para os outros órgãos, principalmente para os frutos. Devido à sua grande mobilidade, esse nutriente movimenta-se dos órgãos mais velhos, principalmente das folhas, para os mais novos ou em crescimento. Manchas amarronzadas iniciam-se do ápice e da porção basal do limbo das folhas e, gradualmente coalescem. Esses sintomas manifestam-se em mudas de gravioleira aos oito meses após a semeadura, quando as folhas mostram redução no tamanho, amarelecem e caem. As plantas deficientes apresentam uma menor quantidade de flores, e os frutos formados não vingam.

Cálcio (Ca): Os sintomas de deficiência em Ca manifestam-se, em geral, 30 dias após a semeadura. Como o cálcio é um nutriente imóvel na planta, a sintomatologia manifesta-se, primeiramente nas zonas de intenso crescimento, como os brotos e folhas jovens. Cerca de 70 dias após a semeadura, as folhas apresentam, clorose internervural, param de crescer e se tornam enroladas.

Magnésio (Mg): Ao contrário do Ca, o Mg é bastante móvel nas plantas, conseqüentemente, os sintomas iniciais de deficiência ocorrem nas folhas mais velhas. Na condição de viveiro, observa-se clorose internervural, que se inicia nas folhas cerca de 50 dias após a semeadura e, com o progresso dessa clorose, as folhas se tornam totalmente necróticas. A relação Ca:Mg adequada na folha é 3:1, pois uma maior proporção de Ca induz deficiência de Mg. Igualmente, proporções elevadas de K induzem deficiências de Mg e Zn.

Enxofre (S): Igualmente ao cálcio, os primeiros sintomas de deficiência de enxofre ocorrem nas folhas mais jovens isso, devido a pouca mobilidade na planta. Na condição de viveiro, cerca de 75 dias após a omissão de S, as plantas jovens apresentam tamanho atrofiado, e com intenso amarelecimento.

11.5.3. Funções e importância dos micronutrientes

Boro (B): Igualmente ao cálcio, esse nutriente é imóvel no floema, razão pela qual os primeiros sintomas ocorrem nas folhas jovens. Em mudas, ainda no viveiro, observa-se que os sintomas aparecem por volta dos 70 dias após a sementeira, quando as folhas das mudas apresentam coloração verde intensa com clorose no limbo. Após 140 dias da sementeira as plantas apresentam-se atrofiadas. Os teores de boro e cálcio mantidos em quantidades adequadas, durante o florescimento e no estágio inicial de vingamento dos frutos, a possibilidade de escurecimento interno da polpa é bastante reduzida, sendo esse fato comum em anônáceas.

Ferro (Fe): Similar ao cálcio e ao boro, a distribuição desse nutriente na planta é praticamente nula. Devido a isso, os sintomas iniciais ocorrem nas folhas jovens e, caracterizam-se por clorose parcial com coloração verde-amarelada do limbo, que ao passar do tempo, torna-se totalmente amarelo, exceto na região sobre as nervuras.

Zinco (Zn): Plantas com deficiência de Zn, freqüentemente mostram clorose internervural na área do limbo foliar com surgimento de coloração verde-pálida. As plantas deficientes apresentam folhas pequenas e enrijecidas, formadas no ápice dos ramos novos, conhecidos como roseta foliar.

A observação e identificação dos sintomas de deficiências em campo de maneira analítica é um método rápido e barato, porém, requer muita experiência de quem o usa. Portanto, não somente a análise e observação de campo, como também, as análises de solo, de folhas e de frutos são muito importantes, para se determinar o *status* nutricional da gravioleira. Para melhor esclarecimento e auxílio na determinação das deficiências em plantas, incluindo as anônáceas, vários autores (Avilan R, 1975; Navia e Valenzuela, 1978; Mengel e Kirkby, 1987; Torres e Sánchez, 1992; Silva e Silva, 1997) descreveram os sintomas de cada uma dos macro e micronutrientes. Existem evidências, de que plantas bem nutridas são mais resistentes às pragas e doenças, apresentando maior rendimento de frutos de melhor qualidade.

11.6. Adubação

Na fase de plantio: A adubação adequada da cova é condição básica, para que a muda de gravioleira tenha um excelente crescimento do seu sistema radicular, tornando-se vigorosa e resistente às condições adversas, que resultarão em planta adulta produtiva com frutos de alta qualidade. As adubações baseiam-se na análise de solo e o cálculo da quantidade de adubo é feito, tomando-se o volume da cova (60 x 60 x 60 cm).

Na Venezuela, é recomendada 250 g da fórmula 10-10-15 ou 10-15-15 misturada com 5 kg de esterco de curral (Araque, 1971). Em solos ácidos dos Cerrados, Andrade (2004) sugere as seguintes quantidades de corretivo e de adubo para cova: 21,6 litros

de esterco bovino bem curtido ou 5,4 litros de esterco de aves; 216 g de calcário dolomítico (100% PRNT); 151 g de P_2O_5 (367 g de superfosfato triplo); 1,0 g de boro; 0,5 g de cobre; 1,0 g de manganês; 0,05 g de molibdênio e 5,0 g de zinco. O nitrogênio e o potássio devem ser colocados em cobertura em volta da planta, na quantidade de 20 g planta⁻¹ em três parcelas, em intervalos de 30 dias (Andrade, 2004). Na adubação de cova, com micronutrientes, tem sido bastante comum o uso do FTE, fórmula BR-12 na quantidade de 100 g cova⁻¹. Para solo virgem, quando não se dispõe de resultados da análise de solo, a aplicação de micronutrientes deve ser a lanço, nas seguintes quantidades (kg ha⁻¹): B, 2; Cu, 2; Mn, 6; Zn, 6 (Galvão, 2004).

Na fase de formação: A adubação de formação do pomar, realizada a partir do pegamento da muda até os próximos três anos, deve ser baseada na análise química do solo (Tabela 11.4) como recomendado por Silva e Silva (1997).

Tabela 11.4. Recomendação de adubação com N, P e K para a gravioleira de acordo com a idade da planta e disponibilidade de P e K do solo.

Idade	N	P-resina (mg dm ⁻³)			K-trocável (mg dm ⁻³)		
		0-10	11-20	>20	0-45	46-90	>90
Ano	g planta ⁻¹	P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹)			K ₂ O (g planta ⁻¹)		
0-1	40	0	0	0	60	40	30
1-2	80	80	60	40	80	60	40
3-4	120	120	80	60	120	80	60
>4	180	120	80	40	180	120	60

Fonte: Silva e Silva, 1997.

A distribuição do adubo deve ser feita ao redor da planta, com incorporação apenas superficial, a fim de facilitar a absorção pelas raízes, ainda pouco desenvolvidas, porém, evitando-se injúrias. Em plantio sob sequeiro, a adubação anual com fósforo deve ser realizada em parcela única, no início das chuvas. As adubações com N e K devem ser divididas em três parcelas, ou seja, no início, na metade e no final do período das chuvas.

Salienta-se, que a recomendação de adubação é dinâmica, podendo sofrer alteração de um ano para o outro. Portanto, sugere-se proceder análise do solo no segundo ano após o plantio e, análise foliar no terceiro ano, ou seja, antes do início da produção, para se reavaliar a recomendação de adubação proposta.

Na fase de produção: Torres e Sánchez López (1992) recomendam quantidades de nutrientes diferentes, dependendo da região, *i.e.* a Vale Interandino, Costa Atlântica, Planícies Orientais da Colômbia. Segundo esses autores, as adubações nitrogenadas

de plantas, entre três e seis anos de idade, devem ser baseadas no teor de matéria orgânica do solo. Igualmente ao nitrogênio, as quantidades de fósforo e potássio a serem recomendadas, dependem dos teores desses dois elementos encontrados no solo. Como N e K são os nutrientes de maior demanda pela gravioleira, os quantitativos devem aumentar, proporcionalmente, com a idade da planta e nível de produção. No entanto, deve-se ter cuidado com o excesso de nitrogênio, pois isso permitirá crescimento exagerado, porém, com baixa produção. Tendo em vista a alta demanda de K, é necessário que o conteúdo foliar desse nutriente não deva ser inferior a 10 g kg^{-1} , a fim de que possa atender ao crescimento e produção da planta. Em solos arenosos, e outros com elevado risco de lixiviação de N e K, as adubações com esses nutrientes devem ser parceladas, em pelo menos, seis aplicações. Para as plantas adultas, os adubos devem ser aplicados na área sob copa, abrangendo dois terços do raio, a partir da projeção da copa e um quarto além. (Fig.11.1).

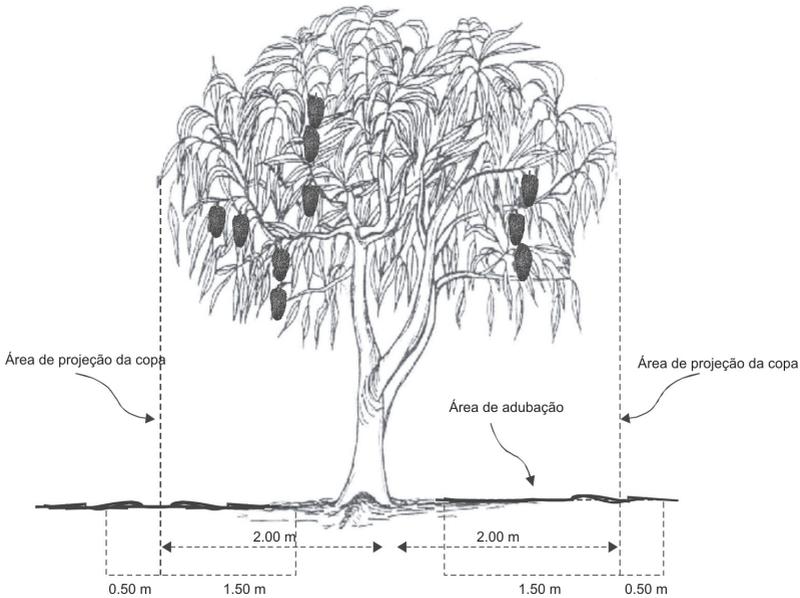


Fig. 11.1. A adubação de plantas adultas deve ser feita nos dois lados da área abrangendo dois terços do raio sob copa e um quarto além da projeção da mesma (Pinto A.C. de Q., 2001).

Em geral, as anonáceas são sensíveis às deficiências de Zn e B. Para prevenir deficiências, 2 g m^{-2} de Boro, incorporados aos 10 cm de solo, sob a copa da planta antes da irrigação, e pulverizações foliares mensais a 0,1% de sulfato

de zinco, solucionam essas deficiências. Galvão (2004) recomenda as seguintes quantidades de micronutrientes para adubação de produção de gravioleiras adultas: 2,0 g de boro; 3,0 g de cobre; 4,0 g de manganês; 5,0 g de zinco todos em cobertura, e incorporados na área de projeção da copa, juntamente com os outros adubos, no início da produção dos frutos.

A adubação foliar com macro e micronutrientes é importante, embora pouca pesquisa tenha sido desenvolvida em gravioleira. Quando os frutos entram em maturação, a absorção de nutrientes diminui sensivelmente, portanto, a adubação foliar nessa fase tem um efeito mais significativo.

A produção de frutas orgânicas é hoje uma excelente alternativa para se agregar valor à produção. No entanto, há uma grande carência de informações quanto aos adubos e fórmulas recomendados, para se produzir anonáceas orgânicas, principalmente graviola. Uma das poucas exceções, são as recomendações de Bonaventure (1999) para cherimoia (*Annona cherimola* Mill.). O autor recomenda o uso de microrganismos e algas, além de um bioativador denominado Aminon-25, que acelera o metabolismo e possibilita uma maior produção dessa importante anonácea.

Atualmente, o uso de compostos orgânicos e da cobertura morta (“mulching”) em plantios de gravioleiras tem sido recomendado, dada a resposta que a planta tem apresentado, em termos de crescimento e produção. Os compostos orgânicos e a cobertura morta facilitam não só o desenvolvimento de raízes vigorosas e abundantes, como também promovem a retenção de umidade e evitam a erosão do solo.

Igualmente às outras fruteiras perenes, as técnicas mais utilizadas para se avaliar o estado nutricional de gravioleiras, são as análises químicas de solo, conjuntamente a de tecidos da planta. Em alguns casos, por exemplo, a análise de folhas pode indicar deficiência de Mg porém, a causa dessa deficiência pode ser pelo baixo conteúdo do elemento no solo ou ao excesso de Ca. Atualmente, alguns pesquisadores têm testado técnica de análise de tecidos dos frutos (Stassen *et al.*, 1997), para complementar as análises de solo e foliar.

A coleta de amostras de solo, em pomares de gravioleira na fase de produção, segue a mesma metodologia recomendada para outras culturas, contudo a coleta deve ser efetuada sob a copa da planta.

A metodologia recomendada para a coleta de folhas usadas na análise nutricional, depende da idade da planta e da folha, da sua posição na copa, da variedade, de ramos com ou sem frutos e do período de amostragem. Laprode (1991) sugere que as folhas sejam àquelas do terceiro e quarto pares, de ramos intermediários da copa e nos quatro pontos cardinais. Pinto e Silva (1994) recomendam que as folhas para análise nutricional devem ter de 8 a 9 meses, retiradas de plantas sadias e livres de resíduos de pesticidas.

Em geral, as amostras são constituídas de 100 folhas, por parcela de cinco hectares, tomando-se quatro folhas por planta, de um grupo de 25, selecionadas ao acaso. Para melhor uniformidade da amostra, recomenda-se dividir o pomar em talhões com as mesmas características de solo e, em cada talhão, separar as plantas por idade cronológica. Colher somente folhas sadias de plantas não adubadas recentemente, evitando-se os períodos de florescimento e de chuvas intensas.

As interpretações da análise de solo e de tecidos de folhas são também realizadas, com base nas curvas de calibração para cada nutriente, porém a partir de correlações entre o teor de cada nutriente e a produtividade da fruteira (Silva *et al.*, 2002).

Considerando que são muitos os fatores responsáveis pela variação do teor de nutrientes nas folhas, a análise de tecido foliar, isoladamente, não dá resposta adequada para uma interpretação e diagnóstico precisos. Em geral, o teor de N é cerca de dez vezes ao de P e duas vezes o de K. Gazel Filho *et al.* (1994) analisaram folhas de gravioleiras das variedades (Blanca, Lisa, Morada, Graviola A, Graviola B, FAO II e Matriz CPATU 415), com um ano de idade, cultivadas no Cerrado do Amapá, Brasil. Os conteúdos de macronutrientes em g kg⁻¹ variaram de: 19,6 a 20,4 para N; 1,2 a 1,4 para P; 14,9 a 17,2 para K; 12,0 a 15,2 para Ca; 1,9 a 2,2 para Mg. Os autores somente encontraram diferenças significativas em Ca e Fe, e a cv Morada apresentou os maiores teores com 15,2 g kg⁻¹ de Ca e 215,8 mg kg⁻¹ de Fe.

Esse resultado parece contrariar a condição de que a influência genética da variedade, influencia no teor de nutrientes nas folhas. Salienta-se, que muitas dessas análises foram realizadas em folhas diversas, e independente se as mesmas mostravam deficiência ou não, e de ramos com ou sem frutos. Alguns autores comentam que é importante a comparação entre os teores de macro e de micronutrientes em folhas com e sem deficiências aparentes. Essas comparações foram revistas com as informações apresentadas por Avilan R (1975) na Venezuela e por Silva *et al.* (1984) no Brasil (Tabela 11.5).

Tabela 11.5. Teores normais de macronutrientes e alguns micronutrientes na nas folhas de gravioleira cultivadas na Venezuela e no Brasil.

Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	B
	----- g kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹
Folhas normais ⁽¹⁾	17,6	2,9	26,0	17,6	0,20	-	-
Folhas deficientes ⁽¹⁾	11,0	1,1	12,6	10,8	0,08	-	-
Folhas normais ⁽²⁾	25,0-28,0	1,4-1,5	26,1	8,2-16,8	3,6-3,8	1,5-1,7	35-47
Folhas deficientes ⁽²⁾	13,0-16,0	0,6-0,7	26,4	4,5-8,1	0,7-0,8	1,1-1,3	6-14

Fonte: ⁽¹⁾Avilan, 1975 na Venezuela; ⁽²⁾Silva *et al.*, 1984 no Brazil.

Os teores de N e K em folhas de gravioleiras, no Brasil, apresentaram valores 1,6 e 2,0 vezes maiores nas folhas normais do que nas deficientes. A diferença no teor de N entre folhas normais e deficientes foi bem maior na Venezuela do que no Brasil, porém, o teor de K foi muito pequeno.

11.7. Irrigação

Em geral, a gravioleira, como espécie de trópico úmido, necessita de suplementação de água, na forma de irrigação, para garantir seu crescimento e produção adequados, principalmente durante o período de estiagem. George *et al.* (1987) descrevem uma desordem muito comum em anonáceas, principalmente em pinha e graviola, cujo sintoma é o de endurecimento da polpa com grumos amarronzados. Existem suspeitas de que esse tipo de sintoma, seja causado por mudanças repentinas no conteúdo de água na polpa que, conjuntamente com a deficiência de boro, podem mostrar um maior agravamento desse sintoma. Essa sintomatologia é muito comum no Nordeste brasileiro, principalmente em plantio de sequeiro ou plantio irrigado, com limitada oferta de água. A ocorrência de qualquer estresse hídrico, geralmente, retarda o crescimento de plantas jovens, paralisa o desenvolvimento vegetativo e diminui o tamanho dos frutos, daí a importância da irrigação no cultivo da gravioleira.

11.7.1. Métodos de irrigação

A seleção de um método de irrigação, mais apropriado para o cultivo de gravioleira, está diretamente associado a três fatores: técnico, econômico e humano (Silva *et al.*, 1996). O manejo da água quanto à sua disponibilidade, em qualidade e quantidade e infiltração, fatores climáticos e fenologia da planta são fatores técnicos importantes a serem considerados. Por exemplo, recomenda-se o método de aspersão somente em áreas onde a água não é fator limitante, e quando o declive do terreno não é maior que 16% (Nunes, 1997). Os custos de aquisição do sistema de irrigação, de sua instalação e de manutenção, são fatores econômicos muito importantes. Finalmente, para o sucesso na instalação e operacionalização do sistema, não se deve descartar, a qualidade da mão-de-obra a ser utilizada.

Métodos simples de irrigação são usados em muitas propriedades no Nordeste brasileiro, dependendo das condições econômicas, da quantidade de água disponível e do tipo de solo. Na Fazenda Bom, Município de Trairi, Estado do Ceará, em solos Neossolos Quartzarênicos (Areia Quartzosa) utilizam-se mangueiras flexíveis, em cujas pontas adaptam-se anéis de PVC rígido, com perfurações de 0,5 cm de diâmetro, e vazão, aproximada de 20-30 litros hora⁻¹, são colocados em volta das plantas. Cada planta é irrigada por 1 a 2 horas, em intervalos de 7 a 14 dias.

Atualmente, os métodos de irrigação localizada, gotejamento e microaspersão são os mais recomendados para o cultivo da gravioleira, principalmente em regiões onde a água é escassa. Nesses sistemas, a água é aplicada apenas na parte

restrita ao sistema radicular, reduzindo-se, assim, a perda de água por evaporação e limitando a área infestada por plantas daninhas. A grande desvantagem, contudo, no uso do gotejamento é a necessidade de se utilizar filtros, principalmente quando há possibilidade de obstrução do sistema, devido à má qualidade da água e uso inadequado de fertilizantes pouco solúveis. Portanto, para o sucesso no uso de um sistema de irrigação, por gotejamento, esse sistema deve ser instalado, adequadamente, segundo diagrama proposto por Bucks e Davis (1986).

11.7.2. Necessidades hídricas

As necessidades reais de irrigação da gravioleira variam de um para outro local e dependem das condições climáticas, de solo e do estágio de desenvolvimento da planta. Por exemplo, o período seco nos Cerrados de Brasília coincide com menor radiação solar e baixa temperatura, promovendo, comparativamente, menor demanda evapotranspiratória que no Nordeste brasileiro. Conseqüentemente, a deficiência hídrica é menor do que a do Nordeste. Uma planta adulta requer muito mais água que uma planta jovem, e solos do tipo Latossolos retêm bem mais água que os do tipo Neossolos Quartzarênicos. O consumo de água numa área de gravioleira irrigada por microaspersão, de plantas adultas com copa de 3 m de raio e densidade de 204 planta ha⁻¹ (espaçamento 7 x 7 m), recobrando 60% da área de copa, requer um aporte diário de 63 L planta⁻¹ dia⁻¹ (Pinto *et al.*, 2001).

Estima-se que a necessidade hídrica da gravioleira para crescer e produzir, como espécie de trópico úmido, seja da ordem de 1.000 a 1.200 mm planta⁻¹ ano⁻¹. Em regiões com precipitação igual ou superior a 1.600 mm ano⁻¹, a gravioleira cv 'Morada' produz frutos de até 10 kg. No Semi-Árido brasileiro, onde a precipitação gira em torno de 500 mm por ano, essa mesma variedade, somente produzirá frutos acima de 3 kg, se for adequadamente irrigada.

11.7.3. Fertirrigação

Comparada com a adubação via solo, a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, permite resposta mais rápida e melhor controle, além de resultar em alta produtividade e melhor qualidade dos frutos.

A qualidade da água é tão importante quanto a sua quantidade a ser aplicada, e o período de sua aplicação, uma vez que a presença de certos nutrientes, como o cálcio, pode precipitar com fosfatos e provocar o entupimento dos gotejadores (Pinto e Silva, 1994). De modo idêntico, os produtores de graviola devem se preocupar com a presença de sódio na água, dada à sua acumulação no solo, principalmente naqueles rastos e de drenagem deficiente. É desnecessário dizer, que a salinização é um processo profundamente danoso para o crescimento e produção da gravioleira. Mansour (1997) comenta que o cloreto de sódio, cloreto de cálcio e carbonato de cálcio causam danos ao crescimento de anonáceas, e reduzem drasticamente o peso

seco total da planta, principalmente se o teor na folha for de 3000 mg kg⁻¹. Nesse teor, qualquer um desses nutrientes causa a queima das folhas e total abscisão foliar. Teores elevados de B e de Cl na água de irrigação provocam fitotoxicidade e injúrias nas folhas e nos frutos, difíceis de serem controladas (Pinto e Silva, 1994).

11.8. Referências

- Andrade, L.R.M. 2004. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. p. 317-366. *In*: D.M.G. de Sousa, and E. Lobato (ed.) Cerrado: Correção de solo e adubação. Embrapa Cerrados, Planaltina.
- Araque, R. 1971. La guanábana. *Semán, Caracas* 2:23-29.
- Avilan R.L. 1975. Efecto de la omisión de los macronutrientes em el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en soluciones nutritivas. *Agronomia Tropical (Maracay)* 25:73-79.
- Avilan R.L., G.E. Laborem, M. Figueroa, and I. Rangel. 1980. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agronomia Tropical, Maracay* 31:301-307.
- Ayoade, J.O. 1991. Introdução à climatologia para os trópicos. 3rd ed., Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Bandeira, C.T., and R. Braga Sobrinho. 1997. Situação atual e perspectivas da pesquisa da agroindústria das anonáceas do estado do Ceará. p. 161-167. *In*: A. R. São José, I.V.B. Souza, O.M. Morais, and T.N.H. Rebouças. Anonáceas, Produção e Mercado. Eds. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.
- Bonaventure, L. 1999. A cultura da cherimoia e seu híbrido atemoia. Nobel. São Paulo.
- Bucks D.A., and S. Davis. 1986. Introduction to Historical Development. p. 1-21. *In*: F.S. Nakayama, and D.A. Bucks (ed.) Trickle Irrigation for Crop Production: Design, Operation and Management. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Galvão, E.Z. 2004. Micronutrientes. p. 185-226. *In*: D.M.G. Sousa, and E. Lobato (ed.) Cerrado: Correção de solo e adubação. Embrapa Cerrados, Planaltina.
- Gazel Filho, A.B., A.C.A. Carvalho, and A.J.E.A. Menezes. 1994. Teores de macronutrientes em folhas de graviola. *Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas* 16:121-124.
- George, A.P., R.J. Nissen, and B.I. Brown. 1987. The Custard Apple. *Queensland Agricultural Journal. Queensland* 113:287-297.
- Gonzalez, C., and E. Esteban. 1974. Nutrición del chirimoya: ciclo anual. *Anales de Edafología. e Agrobiología. Madrid* 33:371-380.
- Hermoso, J.M., and J.M. Farré. 1997. Cherimoya growing in Spain. *Mesfin Newsletter, Funchal*.
- Hernández, M.C.L.V., and D. Nieto Angel. 1997. Diagnostico Técnico y Commercial

- de la Guanabana en México. Memorias del Congreso Internacional de Anonáceas Universidad Autonoma Chapingo (UAC), Chapingo, México.
- Kavati, R., and C.T. Piza Jr. 1997. Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemoia e cherimoia. p. 76-83. *In*: A.R. São José, I.V.B. Souza, O.M. Morais, and T.N.H. Rebouças (ed.) Anonáceas, Produção e Mercado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.
- Laprade, S.C. 1991. Variación estacional de nutrimentos foliares em guanabana (*Annona muricata* L.). Corbana, Costa Rica) 15:6-10.
- Ledo, A.S. 1992. Recomendações Básicas para o Cultivo da Gravioleira (*Annona muricata* L.). Min. Agric. Ref. Agrar., Embrapa, Acre.
- León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. IICA, San José, Costa Rica.
- Lizana, L.A., and G. Reginato. 1990. Cherimoya. p. 131-148. *In*: S. Nagy, P.R. Shaw, and W.F. Wardowski (ed.) Fruits of Tropical and Subtropical Origin: Composition, Properties and Uses. Florida Science Source, Lake Alfred, Florida.
- Mansour, K.M. 1997. Current status of *Annona ceae* in Egypt. Mesfin Newsletter, Egito 1:5-10.
- Marchal, J., and Y. Bertin. 1980. Contenu en elements mineraux des organs de lavocatier 'Hula' et relations avec la fumure. Fruits 35:139-149.
- Melo, G.S., L. Gonzaga Neto, and R.J.M. Moura. 1983. Cultivo da Gravioleira. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, Recife. (Instruções Técnica, 13).
- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Horgen, Switzerland.
- Nakasone, H.Y., and R.E. Paull. 1998. Tropical Fruits. p. 45-75. *In*: CAB International, London.
- Navia, V.M.G., and J.B. Valenzuela. 1978. Sintomatologia de deficiências nutricionales en cherimoya (*Annona cherimola* L.) cv Bronceada. Agricultura Técnica (Santiago) 38:9-14.
- Nunes, R.E. de F. 1997. The Actual Status of Cherimoya Cultivation in Madeira Island. p. 135-151. *In*: Second MESFIN on Plant Genetic Resources. Madeira, Portugal.
- Ochse, J.J., M.J. Soule Jr., M.J. Dijkman, and C. Wehlburg. 1974. Otros Cultivos Frutales. p. 587-818. *In*: Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Editorial Limusa, México.
- Pinto, A.C. de Q., and E.M. Silva. 1994. Graviola para exportação, aspectos técnicos da produção. Embrapa-SPI, Brasília.
- Pinto, A.C. de Q. 1996. Enxertia: Operações e cuidados. p. 21-28. *In*: A. C. de Q. Pinto. Produção de mudas frutíferas sob condições do ecossistema de Cerrados. Embrapa Cerrados (Documentos, 62).
- Pinto, A.C. de Q., and V.H.V. Ramos. 1997. Graviola: Formação do pomar e pratos culturais. Anonáceas, produção e mercado. p. 94-104. *In*: A.R. São José, I.V.B.

- Souza, O.M. Morais, and T.N.H. Rebouças (ed.) Anonáceas, Produção e Mercado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.
- Pinto, A.C. de Q., E.M. da Silva, V.H.V. Ramos, and A.A. Rodrigues. 2001. Tratos Culturais. p. 26-33. *In*: M.A.S. Oliveira (ed.) Graviola, Produção. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Quaggio, J.A., H. Cantarella, and B. van Raij. 1998. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. Nutrient cycling in Agrosystems, Dordrecht, Netherlands 52:67-74.
- Rego, F.A.O. 1992. Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento da graviola (*Annona muricata* L.) em diferentes épocas. Agrônômica. Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Silva, H., A.Q. da Silva, A.T. Cavalcante, and E. Malavolta. 1984. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. p. 320-325. *In*: 7. Congresso Brasileiro de Fruticultura (Florianópolis) Anais... Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Silva, E.M. da, A.C. de Q. Pinto, and J.A. Azevedo. 1996. Manejo da Irrigação e Fertirrigação na Cultura da Mangueira. Embrapa Cerrados, Brasília. (Serie Documentos 61).
- Silva, A.Q., and H. Silva. 1997. Nutrição e Adubação de Anonáceas. Anonáceas, produção e mercado. p. 118-137. *In*: A.R. São José, I.V.B. Souza, O.M. Morais, and T.N.H. Rebouças (ed.) Anonáceas, Produção e Mercado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.
- Silva, D.J., J.A. Quaggio, P.A.C. Pinto, A.C. de Q. Pinto, and A.F. de J. Magalhães. 2002. Nutrição e Adubação. p. 193-221. *In*: P.J. de C. Genu, and A.C. de Q. Pinto (ed.) A Cultura da Mangueira. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília.
- Sousa, D.M.G. de., L.N. Miranda, and E. Lobato. 1990. Avaliação dos métodos de determinação da necessidade de calcário em solos de Cerrado. Embrapa Cerrados, Planaltina. (Circular Técnica, 27).
- Sousa, D.M.G. de, and E. Lobato. 1996. Correção de solo e adubação da cultura da soja. Embrapa Cerrados. Planaltina. Embrapa Cerrados, Planaltina. (Circular Técnica, 33).
- Sousa, D.M.G. de, and E. Lobato. 2004. Correção da acidez do solo. p. 81-96. *In*: D.G.M. de Sousa, and E. Lobato (ed.) Cerrado: Correção de solo e adubação. Embrapa Cerrados. Planaltina.
- Stassen, P.J.C., B.H.P. van Vuuren, and S.J. Davie. 1997. Macro elements in mango trees: uptake and distribution. South African Mango Growers' Association Yearbook, Tzaneen, South Africa 17:16-19.
- Torres, W.E., and L.A. Sánchez López. 1992. Fruticultura Colombiana, Guanábano. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. (ICA, Manual de Asistencia Técnica 57).
- Villachica, H., J.E.U. de Carvalho, C.H. Muller, S.C. Diaz, and M. Almanza. 1996.

- Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia. Tratado de Cooperación Amazônia. Secretaria Pro-Tempore. Lima. (SPT TCA, 44).
- Villachica, H., J.E.U. de Carvalho, C.H. Muller, S.C. Diaz, and M. Almanza. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia. Tratado de Cooperación Amazônia. Secretaria Pro-Tempore. Lima. Guanabana, *Annona muricata* L.
- Zayas, J.C. 1966. Las frutas anonáceas. Ediciones Fruticuba. Havana.

Siglas, Símbolos e Abreviações

Siglas

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FAOSTAT	FAO Base de Dados Estatística
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFA	Associação Internacional das Indústria de Fertilizantes
IPI	Instituto Internacional da Potassa

Símbolos

Al	Aluminio
B	Boro
C	Carbono
Ca	Cálcio
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
Ci	Curie
CaSO ₄	Calcium sulphate
Cu	Cobre
Fe	Ferro
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio(=MOP)
KNO ₃	Nitrato de potássio (=NOP)
K ₂ O	Dióxido de potássio
K ₂ SO ₄	Sulfato de potássio (=SOP)
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
N	Nitrogênio
NH ₃	Amônia
NH ₄	Amônio
NO ₃	Nitrato
NaCl	Cloreto de sódio

P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
S	Enxôfre
SO ₄	Sulfato
Zn	Zinco

Abreviações

SA	Sulfato de amônio
CAN	Nitrato de amônio e cálcio
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
cm	centímetro
d	dia
dS/m	deci Siemens por metro
DAP	Fosfato diamônio
DTPA	Diethylene triamine pentaacetic acid
CE	Condutividade Elétrica
EDTA	Ethylene diamine tetraacetic acid
ET	Evapotranspiração
FTE	Fritted trace elements
g	grama
h	hora
ha	hectare
HEDTA	N-(2-hydroxyethyl)ethylenediaminetriacetic acid
IBA	Ácido Idolbutírico
K _c	Coefficiente de cultivo
kPa	kilopascal
kg	kilograma
Kr	Evaporation reduction coefficient of soil
L	litro
m	metro
MAP	Fosfato monoamônico
mg	miligrama
min	minuto

ml	mililitro
mM	milimole
MOP	Muriato de potássio(cloreto de potásso)
MPa	Megapascal
ms	milisegundo
t	tonelada
NOP	Nitrato de potássio
PR	Fosfato de Rocha
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
seg	segundo
MOS	Matéria Orgânica do Solo
SOP	Sulfato de potássio
SSP	Superfosfato simples
TSP	Superfosfato triplo
UAN	Uréia amônio nitrato
a	ano

Apêndice do Capítulo 1: Fotos Acerola

Cortesia de J.R. Paiva.



Foto 1.1.
Frutos de Acerola.



Foto 1.2.
Planta de Acerola

Apêndice do capítulo 2: Fotos de Bananeira

Sintomas visuais de deficiência de K em bananeira.

Fonte: P. Imas, IPI.



Foto 2.1.



Foto 2.2.

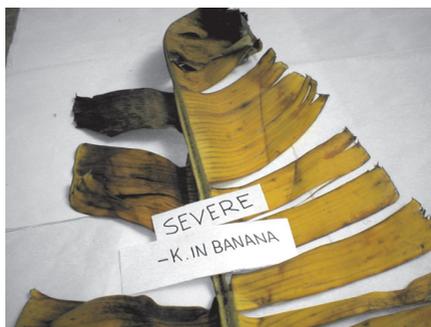


Foto 2.3.

Fraco (Foto 2.1), moderado (Foto 2.2) e severo (Foto 2.3).

Apêndice do Capítulo 3: Fotos de cajueiro

Sintomas visuais de deficiências minerais em cajueiro.



Plate 3.1. Folha à esquerda normal. Folhas à direita com deficiência de nitrogênio.

Fonte: Avilán R., 1971

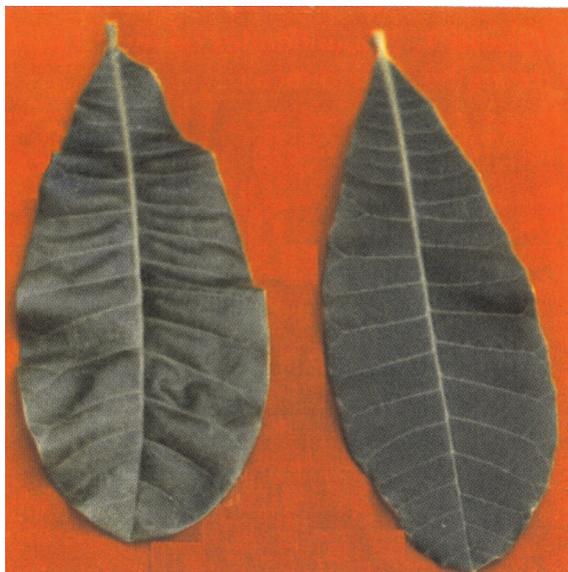


Plate 3.2. Deficiência de cálcio: à esquerda normal, à direita deficiente.

Fonte: R. Avilán, 1971.



Foto 3.3. Folha à esquerda normal, à direita deficiente em magnésio.

Fonte: Avilán R, 1971

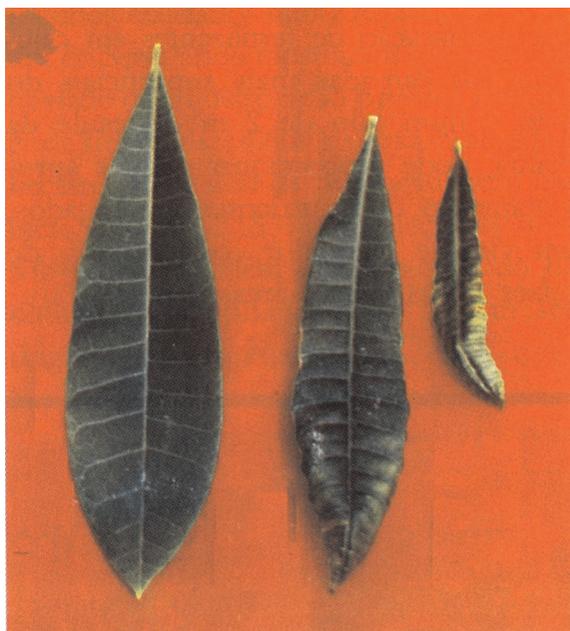


Foto 3.4. Deficiência em enxofre: à esquerda normal, à direita e ao centro deficientes.

Fonte: R. Avilán, 1971.

Apêndice 4. Fotos de citros

Sintomas visuais de deficiências minerais em citros.



Foto 4.1. Sintoma de deficiência de fósforo. As folhas mais velhas apresentam um aspecto amarelado ou bronzeado. O sintoma nem sempre é fácil de identificar mas a árvore com deficiência de P tende a perder folhas e adquire um aspecto pouco vigoroso e uma certa “transparência. Nos frutos a columela tende a se tornar aberta.

Cortesia de J.A. Quaggio.



Plate 4.2. Sintoma de deficiência de potássio. As folhas mais velhas tomam coloração amarelo-pálida e sem brilho. O tamanho dos frutos fica bastante reduzido e podem cair ao chão em grande quantidade quando a deficiência é severa.

Cortesia de J.A. Quaggio.



Foto 4.3. Sintoma de deficiência de magnésio em folhas de citros. A clorose internerval aparece nas folhas velhas.

Cortesia de D. Mattos Jr.



Foto 4.4. Sintoma de deficiência de zinco em citros. As folhas novas apresentam clorose internerval, crescimento reduzido e aspecto lanceolado.

Cortesia de J.A. Quaggio).

Apêndice do Capítulo 5: Fotos de Coqueiro -Variedade Anão Verde

Sintomas visuais de deficiências e toxides de minerais em coqueiro

Cortesia de L.F. Sobral.



Foto 5.1.
Deficiência de
Nitrogênio.



Foto 5.2.
Deficiência de
Potássio.



Foto 5.3.
Deficiência de
Magnésio.



Foto 5.4. Deficiência de
Boro, em estágio avançado.



Foto 5.5. Toxidez Boro

Apêndice do Capítulo 6: Foto de Goiaba



Foto 6.1. Frutos de goiaba.

Cortesia de W. Natale.

Apêndice do Capítulo 7: Foto de Manga

Sintomas visuais de deficiência mineral em manga.



Foto 7.1.

Manchas esverdeadas em mangas colhidas de árvores com teor foliar de nitrogênio superior a 1,2%.

Cortesia de A.C.Q. Pinto.

Apêndice do Capítulo 8: Fotos de mamoeiro.

Sintomas visuais de deficiências minerais em mamoeiro.



Foto 8.1. Folhas basais amareladas pela deficiência de nitrogênio.

Cortesia de A.N. da Costa.



Foto 8.2. sintoma de deficiência de Magnésio em folhas maduras.

Cortesia de A.N. da Costa.



Foto 8.3. Frutos deformados pela deficiência de boro.

Cortesia de A.M.G. Oliveira.

Apêndice do Capítulo 10: Fotos de Abacaxizeiro

Sintomas visuais de deficiências minerais em abacaxizeiro.

Cortesia de D.H. Reinhardt.



Foto 10.1. Plantas com deficiência de nitrogênio (coloração verde-pálida), em contraste com plantas normais (coloração verde-escura).



Foto 10.2. Sintoma de deficiência de potássio.



Plate 10.3.
Sintomas típicos de
deficiência de Mg, em
plantas cultivadas em
mancha de solo com
pH=7,7.



Foto 10.4.
sintoma de deficiência de
cobre.



Foto 10.5.
sintoma de deficiência de
ferro.



Agroindústria Tropical

ISBN 978-85-89946-09-4

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

