



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

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@cpatc.embrapa.br; humberto@cpatc.embrapa.br; cuenca@cpatc.embrapa.br; ronaldo@cpatc.embrapa.br

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