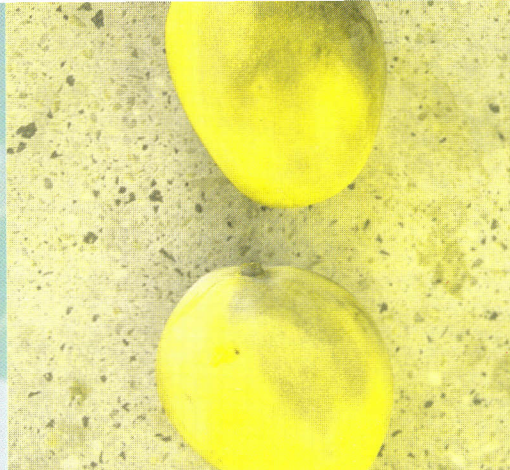


Capítulo 10



Nutrição e Adubação

Davi José Silva
José Antonio Quaggio
Paulo Augusto da Costa Pinto
Alberto Carlos de Queiroz Pinto
Antonia Fonseca de Jesus Magalhães





Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é considerada uma das mais importantes fruteiras tropicais cultivadas no mundo, posicionando-se logo depois da banana, do abacaxi e do abacate. Existem poucos estudos sobre as suas exigências nutricionais, em razão da dificuldade de conduzir experimentos com esta cultura e também pelas informações existentes na literatura de que a mangueira é muito eficiente em absorver nutrientes e praticamente não responder a adubação.

Esta espécie apresenta relativa tolerância a solos de baixa fertilidade e a períodos secos. Entretanto, desenvolve-se melhor em solos profundos, bem drenados e sem problemas de salinidade. Para o investimento tecnológico nesta cultura deve-se considerar, além dos aspectos fitotécnicos, fitossanitários e de manejo de água, o manejo da adubação, pois, para a obtenção de altas produtividades, torna-se necessário satisfazer as suas exigências nutricionais. O uso inadequado de alguns nutrientes, como nitrogênio em excesso, pode estimular o desenvolvimento vegetativo e resultar em redução da frutificação, produção e qualidade do fruto.

Com análises de solo e de folhas e com informações da literatura é possível estabelecer um programa de adubação racional. Portanto, devem ser consideradas as exigências nutricionais da mangueira nas fases de plantio, formação e frutificação em diferentes condições de cultivo.

Nutrientes Essenciais e Sintomas de Deficiência

Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para a mangueira e exerce um importante papel 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/emissão de gemas florais/frutificação, sua deficiência poderá provocar redução no crescimento, na floração e na produção de frutos (Jacob & Uexkull, 1958; Geus, 1964). Entretanto, o nitrogênio em excesso pode aumentar a susceptibilidade a desordens fisiológicas, tais como colapso interno e doenças de pós-colheita.

Fósforo (P)

As mangueiras exportam através dos frutos pequenas quantidades de P em relação ao N e ao K (Hiroce et ali., 1977). Nas sementes ocorrem maiores concentrações de P (cerca de 0,11%).

O P favorece adequado desenvolvimento radicular, produção de caule forte, boa fixação de frutos e amadurecimento no devido tempo (Samra & Arora, 1997). A deficiência de P pode reduzir o desenvolvimento radicular, restringindo a absorção de água e de nutrientes.

Mangueiras deficientes em P podem ainda apresentar crescimento retardado, seca das margens da região apical das folhas, acompanhadas ou não de zonas necróticas, queda prematura de folhas, secamento e morte de ramos, reduzindo sensivelmente a produção (Childers, 1966; Simão, 1971).

Potássio (K)

O potássio, ao lado do nitrogênio, é um dos nutrientes exportados em maior quantidade pela mangueira. O teor de amido nas folhas bem como os processos de fotossíntese, respiração e circulação da seiva estão na dependência dos seus teores. Melhora a qualidade dos frutos, em particular a cor da casca, o aroma, o 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 & Arora, 1997).

Sintomas de deficiência de K são mostrados pelas folhas mais velhas, com 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; Simão, 1971). No entanto, o excesso desse nutriente pode causar desbalanço nos níveis de Ca e Mg, causando, ainda, queima nas margens e ápice das folhas velhas.

Cálcio (Ca)

O cálcio assim como o nitrogênio é exigido em grandes quantidades pela mangueira. É necessário em vários processos metabólicos na planta, como síntese de proteínas, ativação de enzimas, assimilação do nitrogênio e transporte de carboidratos e aminoácidos.

O cálcio tem função estrutural, pois está diretamente ligado com a integridade de membranas e de paredes celulares de toda a planta. Os frutos da mangueira têm demanda elevada desse nutriente para manter a consistência da polpa, durante o amadurecimento. Isso ocorre porque o cálcio promove maior resistência às membranas e paredes celulares retardando-se, assim, o ataque enzimático nos tecidos da polpa. Na prática, os frutos são mais firmes, apresentam melhor aparência, maior resistência ao manuseio e ao transporte e possuem menor incidência do distúrbio fisiológico conhecido como colapso interno ou amolecimento de polpa.

Os períodos críticos para a absorção de cálcio são durante o fluxo de crescimento, que ocorre após a colheita e no desenvolvimento inicial dos frutos, sendo absorvido, portanto, com maior eficiência pelo sistema radicular. Dessa forma, aplicações foliares não são eficientes, uma vez que o cálcio é praticamente imóvel no floema. A aplicação de cálcio deve fazer parte de um programa de manejo de fertilizantes, porque grandes quantidades desse nutriente podem reduzir a absorção de magnésio e potássio, reduzindo a qualidade dos frutos. A quantidade a ser aplicada vai depender dos resultados de análise foliar e do solo.

Magnésio (Mg)

Embora o magnésio não seja exigido em grandes quantidades, ele é um componente da clorofila e participa da síntese de aminoácidos e do transporte de P na planta. Sua deficiência

poderá provocar redução no desenvolvimento, desfolha prematura e, em decorrência, diminuição da produção.

Adubações com altas doses de cálcio e de potássio diminuem a sua absorção, devendo-se, portanto, verificar a relação potássio/cálcio/magnésio quando se for definir as adubações.

Boro (B)

O boro é importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e essencial para a absorção e uso do cálcio. Apresenta um importante papel na resistência das paredes celulares. O boro não é facilmente retranslocado na planta, devendo ser suprido adequadamente pelo solo. Se necessário, aplicações foliares podem ser eficientes durante o florescimento. Na Índia, Rajput et al. (1976), pulverizando mangueiras com ácido bórico 0,8 % antes do florescimento, obtiveram aumento de 95% na produção de frutos por panícula.

A deficiência de boro resulta em pobre florescimento e polinização além de frutos de tamanho reduzido. Os sintomas de deficiência são mais visíveis durante o florescimento, pois as plantas afetadas produzem inflorescências deformadas. A deficiência de boro é mais comum em solos arenosos, como as Areias Quartzosas.

Sua deficiência induz à formação de brotações com tamanho reduzido, com folhas pequenas e coriáceas. Poderá ocorrer, ainda, redução significativa em termos de produção, uma vez que a gema terminal poderá morrer ou, então, baixa germinação do grão de pólen e o não desenvolvimento do tubo polínico. A morte de gemas terminais resulta na perda da dominação apical, induzindo assim a emissão de grande número de brotos vegetativos, originados das gemas axilares dos ramos principais.

A carência de boro parece acelerar a síntese da enzima polifenolase e promover o maior desenvolvimento de fenólicos no embrião, afetando a qualidade do fruto.

Deve-se tomar extremo cuidado com as quantidades de boro aplicadas, uma vez que o limite entre os níveis de deficiência e toxicidade é muito próximo. A toxidez de boro causa queima das margens e queda das folhas, que pode acontecer durante alguns fluxos vegetativos. As aplicações de boro devem ser feitas durante a emissão de novos fluxos vegetativos e antes ou durante a floração.

Zinco (Zn)

O zinco está associado ao ferro e ao manganês na formação da clorofila e é essencial para a síntese de proteínas. Ele faz parte de uma auxina, o AIA, que, por sua vez, está associado ao volume celular. Assim, plantas deficientes apresentam células menores e em menor número, ocorrendo então o encurtamento dos internódios, além de o limbo foliar aumentar sua espessura e ficar quebradiço.

Os sintomas de deficiência de zinco em mangueira caracterizam-se pela presença de folhas pequenas, recurvadas, engrossadas e inflexíveis, as quais podem exibir maior ou menor clorose, conferindo aspecto mosqueado.

A deficiência também é mostrada pelas inflorescências que emitem folhas e apresentam flores aglomeradas e deformadas. Aplicações de Mancozeb, sulfato de zinco e fritas podem corrigir a deficiência. No caso de deficiência severa, pode ocorrer a morte de folhas, bem como anormalidades nas panículas (Rhuehle & Ledin, 1955; Childers, 1966).

Em solos calcários ou naqueles que sofreram a aplicação de doses elevadas de calcário ou de adubações fosfatadas em grande quantidade, a deficiência de Zn pode se agravar (Ruele & Ledin, 1955; Geus, 1964).

Cobre (Cu)

Considerado como um ativador de enzimas que oxidam fenóis, o cobre apresenta efetiva participação nos mecanismos da respiração e fotossíntese.

Sintomas de deficiência de Cu freqüentemente manifestam-se em plantas jovens que receberam doses altas de N, ou nos brotos jovens de plantas adultas. Eles se caracterizam pela presença de ramos terminais pouco desenvolvidos, que perdem as folhas, ocorrendo a morte dos ponteiros ou o encurvamento dos ramos em forma de "S" (Rhuelhe & Ledin, 1955).

Ferro (Fe)

Embora não seja constituinte da molécula de clorofila, o ferro participa da sua formação. A quantidade de clorofila parece estar relacionada com o conteúdo de ferro prontamente solúvel na planta. O ferro é também componente dos citocromos e ativador de enzimas, participando de processos de oxidação, que liberam energia de açúcares e amidos, de reações de conversão de nitrato em amônio na planta e da síntese de proteínas. Sua deficiência se manifesta pela clorose típica em folhas novas, com formação de um reticulado verde das nervuras, em contraste com o amarelado do limbo. É induzida, em solos ácidos pelo excesso de manganês, bem como nos solos que apresentam pH elevado.

Manganês (Mn)

Componente essencial para formação da clorofila e para a formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos. Sua deficiência causa redução no crescimento, semelhante às deficiências de fósforo e magnésio. Folhas novas apresentam o limbo verde-amarelado sobre o qual destaca-se o reticulado verde das nervuras, porém, mais grosso que no caso do ferro. Sua disponibilidade no solo é reduzida quando se realiza calagem e aplicação de altas doses de fósforo.

Remoção de Nutrientes

A quantidade de nutrientes removidos pela mangueira poderá atingir valores elevados, considerando que a produção de frutos pode atingir 50 t/ha. Deve-se considerar, ainda, que muitos cultivos são realizados em solos de baixa fertilidade e que além dos nutrientes extraídos pela planta, poderão ocorrer perdas por volatilização, lixiviação e erosão.

Quaggio (1996) confrontou os dados obtidos na Venezuela por Laborem et al. (1979) para as cultivares Tommy Atkins e Haden com aqueles obtidos no Brasil por Hiroce et al. (1977) e Haag et al. (1990) (Tabela 1).

Existem diferenças nas concentrações de nutrientes entre os frutos das variedades, porém sem consistência entre os autores. Laborem et al. (1979) observaram que frutos da variedade Haden possuíam menos da metade do nitrogênio encontrado na variedade Tommy Atkins. Entretanto, Haag et al. (1990) encontraram valores próximos

Tabela 1. Exportação de nutrientes por tonelada de frutos frescos, de algumas variedades de mangas, obtidos por diferentes autores.

Variedades	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	B	Zn	Cu	Fe	Autores
			Kg						g			
Haden	0,86	0,17	1,84	1,17	0,52		23,6	2,13	5,63	8,63	3,26	Laborem-et.al.(1979)
Tommy Atkins	2,01	0,47	1,43	1,25	1,09		14,3	3,62	5,30	8,00	10,12	idem
Haden	1,22	0,26	1,81	0,15	0,17	0,17	2,3	0,90	1,30	1,50	3,40	Hiroce-et.al. (1977)
Extrema	1,18	0,17	1,84	0,15	0,19	0,17	3,8	0,80	1,50	1,50	3,90	idem
Carlota	1,45	0,18	2,30	0,15	0,17	0,17	4,3	0,80	1,50	1,50	3,40	idem
Haden ⁽¹⁾	1,18	0,09	1,20	0,20	0,20	0,10	2,3	1,40	5,80	4,80	6,10	Haag et al.(1990)
Tommy Atkins ⁽¹⁾	1,09	0,12	0,91	0,25	0,24	0,12	2,8	1,80	5,40	9,00	2,20	idem
Média	1,28	0,21	1,62	0,47	0,37	0,15	7,6	1,63	3,77	4,99	4,60	-

⁽¹⁾Resultados recalculados a partir dos dados de Haag et al.(1990), considerando-se 82% de umidade nos frutos.
Fonte: Quaggio (1996).

para as duas variedades, concordantes com os resultados observados por Hiroce et al. (1977) para a variedade Haden. Pela média de resultados dos diferentes autores, observa-se que o nutriente exportado em maior quantidade é o potássio, com 1,62 kg/t de frutos, seguido de perto pelo nitrogênio, com 1,28 kg/t. Numa escala bem inferior, vêm os demais macronutrientes na seqüência Ca > Mg > P > S e, finalmente, os micronutrientes na seqüência Mn > Cu > Fe > Zn > B.

É interessante observar, ainda, na Tabela 1, que os teores de Ca nos frutos provenientes de pomares plantados em solos alcalinos e ricos em Ca da Venezuela (Laborem et al., 1979) são cerca de oito vezes maiores em relação àqueles observados em frutos colhidos em solos ácidos do Estado de São Paulo (Hiroce et al., 1977; Haag et al., 1990). Essa observação é importante, pois o distúrbio fisiológico em frutos, conhecido como colapso interno, que está associado à deficiência de Ca e/ou excesso de N na planta, é pequeno na Venezuela quando comparado com pomares paulistas (Quaggio, 1996).

A aplicação de fertilizantes em plantas perenes é realizada, normalmente, com o objetivo de repor os nutrientes removidos pela colheita. Entretanto, deve-se considerar as quantidades de nutrientes imobilizadas na planta como um todo. Isto torna-se particularmente importante, quando se realizam podas, o que equivale a dizer que os nutrientes estão sendo removidos pela poda, assim como pelos frutos na colheita.

Stassen et al. (2000) analisaram a concentração de nutrientes em diferentes partes da planta de mangueiras ‘Sensation’ com 2, 6 e 18 anos de idade, cultivadas na África do Sul (Tabela 2). Eles observaram que as concentrações mais altas de nitrogênio estão nas folhas; de fósforo e potássio na casca; de cálcio nas folhas e na casca; e de magnésio nas folhas novas, nas raízes e na casca.

Ao avaliar a contribuição de cada parte da planta para o acúmulo de nutrientes na planta toda, Stassen et al. (2000) observaram que 40% do nitrogênio total da planta vai para as folhas e 13% para as raízes (Tabela 3). A concentração de nitrogênio do caule e das brotações novas aumenta com a idade da planta, enquanto a dos frutos diminui. O fósforo seria mais uniformemente distribuído entre as diferentes partes da planta, com 15% a 20% em cada parte. Entretanto, ocorre uma redução na concentração de fósforo na casca e um

Tabela 2. Concentração média de macronutrientes na época de colheita, em diferentes partes da planta de mangueiras ‘Sensation’ com 2, 6 e 18 anos de idade.

Parte da Planta	N	P	K	Ca	Mg
			%		
Raízes	0,49	0,12	0,56	0,43	0,19
Casca	0,48	0,25	1,52	1,35	1,18
Tronco	0,34	0,10	0,49	0,21	0,11
Brotações novas	0,64	0,17	1,38	0,87	0,10
Folhas maduras	1,37	0,11	0,85	1,64	0,15
Folhas jovens	1,47	0,17	1,13	0,76	0,20
Folhas “caídas”	0,85	0,07	0,49	1,65	0,14
Frutos frescos	0,48	0,06	1,13	0,10	0,09
Caroço	0,86	0,17	0,76	0,08	0,13

Fonte: Stassen et al. (2000).

aumento nas brotações novas com o aumento da idade da planta. As folhas e os frutos apresentam 20% do conteúdo de potássio da planta, cada um. Assim como o nitrogênio, as maiores quantidades acumuladas de cálcio estão nas folhas (40%). Nos frutos, o acúmulo de cálcio diminuiu com o aumento da idade da planta. O acúmulo de magnésio ocorre principalmente nas folhas e nas raízes. A sua concentração nos frutos também diminuiu com o aumento da idade da planta.

Tabela 3. Distribuição porcentual dos macronutrientes, em cada parte da planta em relação à planta toda, de mangueiras ‘Sensation’ de diferentes idades, na época de colheita.

Nutriente	Idade da planta (anos)	Raízes	Casca	Caule	Brotações novas	Folhas	Frutos
					%		
Nitrogênio	2	13,6	6,4	6,0	4,3	45,7	24,0
	6	8,1	3,8	14,8	8,8	51,0	13,5
	18	11,9	5,9	21,1	13,3	34,3	13,5
Fósforo	2	27,4	19,3	16,7	8,1	14,4	14,1
	6	17,9	9,3	11,7	16,6	29,6	14,9
	18	15,8	5,0	15,0	28,2	18,4	17,6
Potássio	2	18,0	17,2	8,8	6,1	19,1	30,8
	6	9,3	13,5	7,5	17,9	31,8	20,0
	18	10,3	13,8	12,9	24,2	18,4	20,4
Cálcio	2	11,0	16,0	3,4	12,4	43,6	13,6
	6	8,4	14,4	4,0	20,3	50,4	2,5
	18	21,0	14,2	5,3	16,5	40,6	2,4
Magnésio	2	22,5	10,4	10,6	5,2	20,0	31,3
	6	20,9	9,8	8,0	9,9	37,4	14,0
	18	30,2	10,5	11,5	9,5	26,6	11,7

Fonte: Stassen et al. (2000).

A partir dos dados de Catchpoole & Bally (1995) e Stassen et al. (1997), estimou-se a proporção dos nutrientes perdidos em mangueiras das variedades Kensington e Sensation, respectivamente (Tabela 4). As quantidades totais removidas são diferentes entre as duas variedades e as diferentes idades de ‘Sensation’. Os nutrientes removidos em maiores quantidades da ‘Kensington’ foram cálcio e potássio, enquanto na ‘Sensation’ foram potássio, nitrogênio e depois o cálcio. Esses resultados sugerem que as quantidades removidas de potássio aumentam com o aumento da produção e da idade da planta, embora possam existir diferenças entre variedades.

Tabela 4. Nutrientes removidos da planta em duas variedades de mangueira com diferentes idades.

Nutriente	'Kensington' 8 anos ⁽¹⁾	Proporção ⁽²⁾	'Sensation' 6 anos ⁽³⁾	Proporção ⁽²⁾	'Sensation' 18 anos ⁽³⁾	Proporção ⁽²⁾
	g/planta		g/planta		g/planta	
N	525	5,2	250,4	7,5	842,7	7,5
P	128	1,3	36,4	1,1	120,8	1,1
K	678	6,8	318,6	9,6	1146,2	10,2
Ca	688	6,9	172,4	5,2	719,5	6,4
Mg	100	1,0	33,2	1,0	112,9	1,0

⁽¹⁾ Nutrientes removidos por 10 kg de matéria seca (MS) das folhas, 20 kg de MS de galhos e ramos e 30 kg de MS de frutos.
⁽²⁾ Em relação ao nutriente extraído em menor quantidade.
⁽³⁾ Inclui as quantidades de nutrientes fixadas anualmente por brotações novas, folhas e partes permanentes e removidas pela produção de frutos, mas não inclui as perdas ocasionadas por folhas caídas.
Fonte: Catchpoole & Bally (1995) e Stassen et al. (1997), adaptada pelos autores.

Avaliação do Estado Nutricional

As técnicas mais empregadas para a avaliação do estado nutricional de um plantio são as análises químicas do solo e da planta. Os resultados de um ou outro método não são excludentes, devendo ser utilizados de forma complementar.

A análise foliar indica, por exemplo, se um plantio está deficiente em um elemento, mas não informa porque ocorre a deficiência. Assim, um nível baixo de magnésio pode ser causado por baixa concentração do nutriente no solo ou pode ser efeito de cálcio em concentração elevada em solos originados de rocha calcária.

Entretanto, a análise de solo indica a presença e a quantidade do elemento no solo, mas não fornece informação sobre a quantidade que está sendo utilizada pela planta.

Análise de Solo

A realização de adubações pré-definidas, dispensando-se o emprego de qualquer técnica de avaliação da fertilidade do solo, ainda é freqüentemente observada na fruticultura brasileira (Quaggio, 1996). No entanto, nenhum programa de adubação deve ser implantado sem o conhecimento prévio da disponibilidade de nutrientes do solo, considerando-se o custo da análise, relativamente baixo, e a facilidade de acesso aos laboratórios de análise de solo no País. A análise química do solo é indispensável na recomendação da calagem e da adubação. Juntamente com a análise de folhas e informações da literatura é possível estabelecer programas racionais de adubação para as fruteiras, visando maior produção, melhor qualidade dos frutos e resultados econômicos. (Quaggio, 1996).

Amostragem de Solo

Estudos conduzidos na Venezuela sobre distribuição do sistema radicular da mangueira, numa região com precipitação anual entre 800 e 1000 mm, mostraram que a maior concentração de raízes foi observada na área compreendida entre a extremidade da projeção da copa até 1,5 m de distância do tronco (Avilan, 1974). Este autor recomenda essa região por ser ideal tanto para a coleta de amostra de terra como para a aplicação dos fertilizantes.

Em mangueiras cultivadas no Submédio do Rio São Francisco, irrigadas por aspersão sobcoba, Choudhury & Soares (1992) observaram que a maior concentração de raízes da mangueira ocorre entre 0,9 e 2,6 m de distância do caule, sendo esta a faixa de solo adequada para a aplicação de fertilizantes. Contudo, em regiões semi-áridas, o desenvolvimento do sistema radicular da mangueira está diretamente relacionado ao sistema de irrigação.

A amostragem de solo deve representar, ao máximo, a composição média da área explorada pelo sistema radicular da planta, o qual depende das características da cultivar, do solo, do sistema de irrigação empregado ou do regime hídrico regional, e do sistema de manejo da cultura.

Em pomares a serem instalados, seis a oito meses antes do plantio, a área deve ser estratificada em função da cor e textura do solo, da vegetação atual e passada, do relevo, e de outras características que possam permitir a separação de áreas diferentes. As amostras de solo devem ser coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm ou ainda a outras profundidades, quando necessário. A avaliação de camadas mais profundas tem sido muito útil para se identificar barreiras químicas ao crescimento radicular, tais como a deficiência de cálcio ou excesso de alumínio, a presença de sais em excesso e de sódio trocável, assim como a ocorrência de camadas adensadas ou compactadas, todos muito prejudiciais à mangueira. Em cada área uniforme, coletar aleatoriamente 20 amostras simples para formar uma amostra composta para cada profundidade. Deve-se evitar áreas ou conjunto de áreas superiores a 10 ha.

A amostragem em pomares implantados também deve ser feita em diferentes profundidades, em pelo menos 20 pontos para formar uma amostra composta por área uniforme. Devem ser retiradas amostras de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm ou ainda a outras profundidades, quando necessário. As amostras devem ser coletadas aleatoriamente, na projeção da copa das árvores, evitando coleta em faixas de terra recém-adubadas. Em pomares já estabelecidos, a maior concentração de raízes da mangueira está entre a extremidade da projeção da copa e 0,9 m do tronco, embora o sistema radicular possa atingir um raio de 5 m ao redor do tronco, dependendo do sistema de irrigação empregado ou do regime hídrico regional.

Em sistemas de irrigação localizada, a maior concentração de raízes da mangueira limita-se ao bulbo molhado. Portanto, a amostragem e a adubação deverão ser realizadas nesses locais. As amostras coletadas na “projeção da copa” não devem ser misturadas com aquelas coletadas fora dessa região ou na extremidade do bulbo molhado. Essas amostras devem ser coletadas separadamente. Para fazer as recomendações de adubação e calagem, pode-se recorrer à média entre os dois resultados, dependendo do sistema de irrigação utilizado.

Em condições de cultivo do Estado de São Paulo, as melhores correlações entre teores de nutrientes no solo e nas folhas com a produção de laranjas foram obtidas com amostras da camada de 0 a 20 cm, coletadas 50% na projeção da copa e 50% numa distância aproximada de 1/3 além do raio da copa. Essas amostras devem ser coletadas

em pelo menos 20 plantas e misturadas para comporem a amostra, representativa do talhão (Quaggio, 1996).

É importante salientar, que a precisão da análise de solo como ferramenta de recomendação de adubação para qualquer cultura aumenta com o acúmulo de informações da mesma área, por vários anos. Portanto, é muito útil organizar seqüencialmente os resultados de vários anos e utilizá-los inclusive como critério de rejeição de resultados discrepantes (Quaggio, 1996).

Interpretação dos Resultados da Análise de Solo

As curvas de calibração para cada nutriente são a base da interpretação de resultados de análise de solo. Por meio dessas curvas é possível avaliar a resposta da planta a um determinado nutriente, em função do teor do mesmo no solo. Ao final da calibração são estabelecidas as classes de teores de nutrientes, para uma determinada cultura, em um solo ou grupo de solos. Dessa forma é possível classificar os solos em função da sua fertilidade, conforme está representado nas Tabelas 5 e 6. Culturas plantadas, por exemplo, em solos com teores muito baixos de P possuem alta probabilidade de resposta à adubação fosfatada, enquanto as plantadas em solos com teores altos possuem probabilidade mínima de resposta.

Curvas de calibração de análise de solo são raras para culturas permanentes. Portanto, a interpretação de análise de terra para estas plantas, tem sido feita com base em curvas obtidas com culturas anuais, o que tem sido criticado por alguns técnicos pouco experientes no assunto. Muito pior do que esta limitação é não utilizar a análise de solo (Quaggio, 1996).

Na Tabela 5 estão representadas as classes de interpretação de teores de nutrientes no solo obtidas na citricultura (Quaggio et al., 1998). Com exceção do P, essas classes não diferem daquelas obtidas para culturas anuais.

Tabela 5. Padrões de fertilidade para a interpretação de resultados de análise de solo para citrus.

Classes de teores	P resina	Potássio	Magnésio	Saturação por bases
	mg/dm ³	mmol/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. (1998).

Na Tabela 5 pode-se observar que a “solução extratora”, utilizada na determinação das classes de interpretação para o fósforo, foi a resina de troca aniônica. Soluções extratoras são compostos químicos que simulam a “capacidade de absorção” dos nutrientes contidos na solução do solo. No entanto, a capacidade de extração das diversas soluções extratoras é muito variável, podendo extrair quantidades superiores ou inferiores àquelas que realmente estão disponíveis para as plantas. Por esse motivo, o sucesso dessa técnica depende, em

grande parte, da calibração dos resultados, que se realiza por meio de correlações entre a resposta da planta e o teor do elemento no solo.

Os limites de interpretação para os níveis de potássio, cálcio, magnésio e fósforo utilizados na região do Submédio do Rio São Francisco são mostrados na Tabela 6. Os teores de potássio e fósforo foram obtidos pelo extrator Mehlich-1 e os de cálcio e magnésio pelo extrator KCl 1 mol/L. De acordo com o que foi comentado anteriormente, esses níveis foram ajustados a partir de trabalhos realizados com culturas anuais, devido às dificuldades de realização de trabalhos de calibração para culturas perenes.

Tabela 6. Limites de interpretação para níveis de potássio, cálcio, magnésio e fósforo para a mangueira cultivada no Submédio São Francisco.

Nível	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P Mehlich-1
		cmol _c /dm ³		mg/dm ³
Muito baixo	< 0,08			< 6
Baixo	0,08-0,15	< 2,0	< 0,8	6-10
Médio	0,16-0,30	2,0-4,0	0,8-1,5	11-20
Alto	0,31-0,45	> 4,0	> 1,5	21-40
Muito alto	> 0,45			> 40

Análise de Folhas

A análise foliar é considerada um instrumento fundamental para se conhecer o estado nutricional das plantas em geral. No caso da mangueira, existem relatos de correlações entre a concentração de nutrientes na folha, produção, atributos de qualidade dos frutos e, inclusive, incidência de doenças em frutos (Oosthuyse, 1997). Entretanto, Catchpoole & Bally (1995) sugerem que a análise foliar em mangueiras adultas não seja considerada um indicador adequado do estado nutricional da planta, pelo menos em curto prazo. Porém, em casos de extrema deficiência ou toxicidade, ou quando as folhas são coletadas anualmente no mesmo período, e a análise foliar é realizada ao longo de vários anos, esses resultados são indicadores importantes do estado nutricional de um pomar.

Isso ocorre porque as culturas perenes mantêm grande quantidade de nutrientes na biomassa, responsável, em curto prazo, pelos processos de crescimento vegetativo, floração e, dependendo do nível de reservas, até grande parte da frutificação. Normalmente, as adubações realizadas no período de vegetação de um ano serão de fato importantes para o próximo ciclo de produção, razão pela qual as plantas perenes normalmente não respondem rapidamente à adubação, com exceção do N. Para a cultura da manga, esse fato deve ser ainda mais relevante, pois existe informação na literatura de que as folhas da mangueira permanecem na planta por um período de pelo menos quatro anos (Young & Koo, 1971). Assim, por meio da análise de folhas, é possível avaliar a disponibilidade de alguns nutrientes, como exemplo o N, para o qual a análise de solo não fornece índice de disponibilidade satisfatório, e ainda acompanhar o equilíbrio entre os nutrientes, que é importante, não somente para a produção, mas também para a qualidade dos frutos.

A análise foliar deve ser interpretada com cautela, pois sofre grande interferência com efeitos de concentração de nutrientes, quando o tecido ou órgão analisado tem crescimento reduzido por algum fator, ou de diluição, quando ocorre um crescimento exagerado do órgão. Esses efeitos também podem ocorrer em função do nível de produtividade da planta, que avalia a extensão do “dreno” de nutrientes da biomassa. Exemplo bastante ilustrativo pode ser obtido com o trabalho de Samra et al. (1978), que analisou a composição química das folhas de 30 pomares com idades semelhantes, da variedade Dashehari, estratificados em três níveis de produtividade (Tabela 7).

Tabela 7. Concentração de macronutrientes nas folhas de manga da variedade Dashehari em 30 pomares com classes distintas de produtividade, numa mesma região na Índia.

Classes de produção	Frutos por planta	Nutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
					%		
Média	109	1,25	0,05	0,55	2,60	0,47	0,15
Baixa	222	1,20	0,05	0,54	2,56	0,42	0,14
Alta	361	1,21	0,05	0,52	2,58	0,44	0,14

Fonte: Samra et al. (1978).

Observa-se, na Tabela 7, que pomares menos produtivos possuem concentração de nutrientes nas folhas iguais ou pouco superiores do que os mais produtivos, justamente porque sofrem menor efeito de dreno com a colheita. Portanto, por meio da análise de folhas não é fácil separar pomares com diferentes produtividades, quando não existe deficiência aguda de algum nutriente. Contudo, é fácil imaginar que os pomares mais produtivos necessitaram de maiores quantidades de nutrientes para manterem níveis semelhantes de nutrientes nas folhas em relação aos menos produtivos (Quaggio, 1996).

Amostragem de Folhas

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 (em solos com substrato de calcário, a mangueira possui teor de cálcio nas folhas muito alto). Informações adicionais poderão ser obtidas nos trabalhos de Young & Koo (1971); Koo & Young (1972); Chadha et al. (1980); Avilan & Carmelo (1990); Catchpoole & Bally (1995) e Oosthuysse (1997).

A seguir serão discutidos alguns desses fatores.

Idade das folhas

As concentrações dos nutrientes nas folhas da mangueira sofrem alterações acentuadas com a idade dos tecidos como mostram os trabalhos de Koo & Young (1972) e Chadha et al. (1980). De modo geral, os elementos com grande mobilidade no floema (N, P, K e Mg) têm tendência definida de decréscimos com a idade das folhas, enquanto o inverso ocorre com aqueles com pouca mobilidade (Ca, S e B). O nitrogênio pode sofrer variações temporárias em função de adubação. Algumas dessas variações nos teores foliares de nutrientes podem ser observadas no trabalho de Silva et al. (1998) durante um ciclo de produção da mangueira na região do Submédio do Rio São Francisco (Tabela 8) e também durante a fase de desenvolvimento dos frutos da variedade Tommy Atkins (Oosthuysen, 2000), em duas fazendas da África do Sul (Fig. 1). Os resultados da Tabela 9 mostram que as concentrações de vários nutrientes têm boa estabilidade em folhas de ramos entre 6 e 8 meses de idade, portanto próximos à floração. Nessa idade as folhas são jovens, porém totalmente expandidas, e com a concentração de nutrientes próxima ao máximo, o que caracteriza um estágio ideal para a amostragem. De acordo com Catchpoole & Bally (1995), o período compreendido entre 1 e 2 meses antes do florescimento é considerado ideal para a amostragem de folhas, uma vez que a concentração de nutrientes nas mesmas é mais estável neste período.

Tabela 8. Concentração de nutrientes obtida em folhas de mangueira ‘Tommy Atkins’, coletadas mensalmente durante um ciclo de produção (a partir da pós-colheita).

Data	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
	g/kg					mg/kg					
16/01/98	20,2	1,43	10,7	12,7	2,5	30	16	72	272	22	20
12/02/98	18,3	1,10	8,2	15,1	3,0	25	25	88	363	33	14
04/03/98	21,0	1,50	9,6	17,3	3,0	39	18	119	472	30	53
15/04/98	17,9	1,50	10,6	15,9	2,9	33	27	72	572	30	32
15/05/98	16,9	1,10	6,7	12,6	3,3	65	28	106	498	27	53
12/06/98	18,6	1,10	9,6	16,3	2,9	41	19	81	598	18	108
16/07/98	16,9	0,90	8,7	18,2	3,2	89	23	116	689	22	155
17/08/98	11,9	1,10	7,0	15,5	3,2	31	171	37	723	85	128
11/09/98	16,5	1,10	6,0	17,0	3,0	57	266	78	729	105	165
20/10/98	15,1	1,20	7,2	21,3	3,4	38	181	85	786	187	153
13/11/98	14,3	1,00	8,4	21,7	3,0	62	163	103	891	126	241

Fonte: Silva et al. (1998).

Portanto, embora exista uma recomendação de coleta de folhas no florescimento quase que unânime na literatura internacional (Koo & Young, 1972; Chadha et al., 1980; Thakur et al., 1981; & Carmelo; 1990), esta época pode não ser a mais adequada. Isso se justifica pelo fato de que em regiões onde o florescimento é induzido artificialmente, como no Semi-Árido brasileiro, o uso de pulverizações intensivas com diversos produtos, principalmente nitratos, com o objetivo de quebrar a dormência das gemas, promove a contaminação das folhas, inviabilizando a sua coleta para fins de análise química. Nesse caso, a coleta deverá ser realizada antes da aplicação desses produtos.

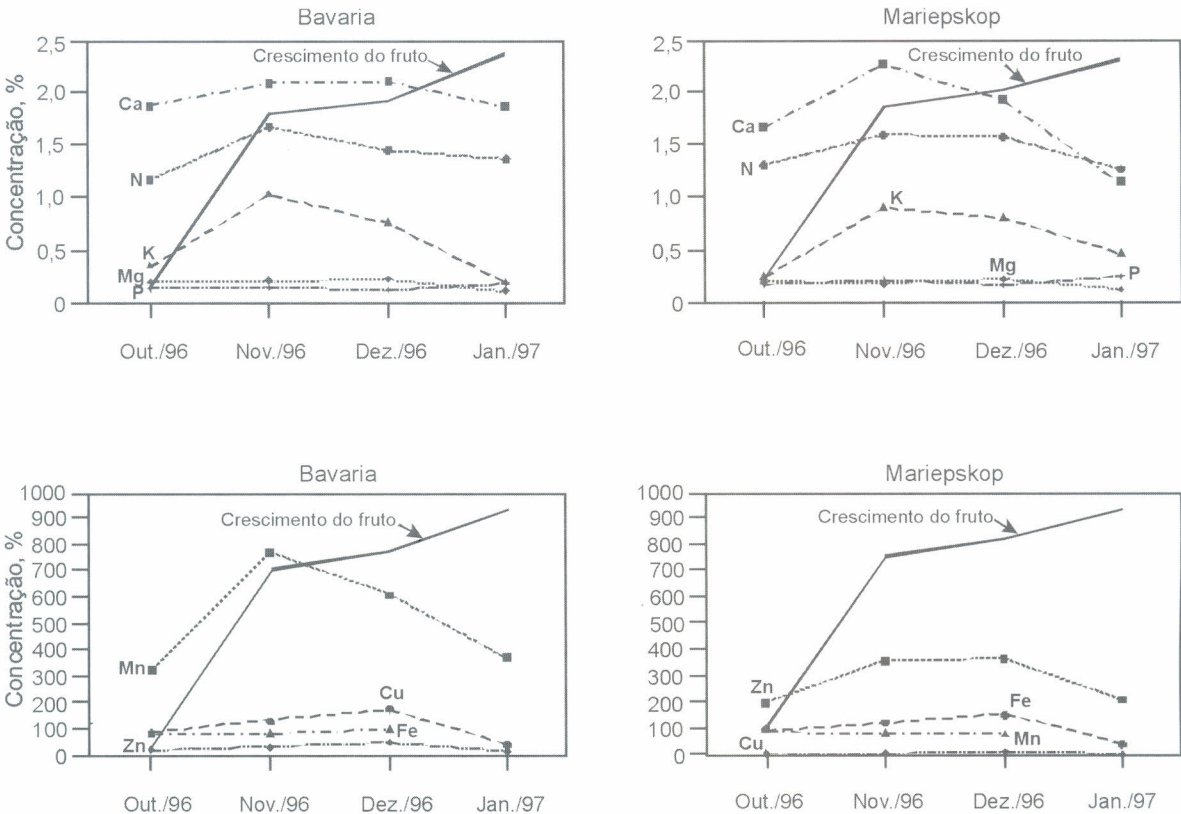


Fig. 1. Variação da concentração de macro e micronutrientes em folhas de ramos terminais com frutos da variedade Tommy Atkins, coletados em quatro épocas diferentes, em duas fazendas da África do Sul.
Fonte: Oosthuysen (2000).

Tabela 9. Influência da idade na composição química das folhas de manga, cultivar Chausa, cultivada na Índia.

Idade das folhas	Macronutrientes						Micronutrientes			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Fe
	%						mg/kg			
Meses										
1	1,28	0,152	1,07	0,91	0,20	0,088	20	12	27	105
2	1,18	0,118	0,98	1,08	0,29	0,081	28	11	32	153
3	1,19	0,980	0,81	1,22	0,32	0,105	28	11	46	171
4	1,17	0,090	0,77	1,31	0,34	0,088	14	8	46	129
5	1,20	0,084	0,81	1,40	0,32	0,114	15	12	54	193
6	1,17	0,073	0,70	1,59	0,35	0,113	13	11	63	156
7	1,17	0,073	0,64	1,67	0,33	0,114	13	10	63	154
8	1,17	0,073	0,58	1,72	0,33	0,115	12	12	78	169
9	1,16	0,066	0,57	1,88	0,31	0,113	17	21	100	143
10	1,28	0,073	0,48	1,91	0,34	0,119	22	22	87	108
11	1,29	0,070	0,54	2,07	0,33	0,139	15	14	112	145
12	1,30	0,077	0,42	2,12	0,37	0,132	50	17	100	182

Fonte: Chadha et al. (1980).

Posição da folha no broto

Por efeito da idade e também de redistribuição dos nutrientes, as folhas da mangueira têm composição química variável conforme sua posição no broto. Com exceção do P e do K, os demais macronutrientes aumentam da base para o ápice do broto. Na Tabela 10, observa-se que as variações são expressivas para a maioria dos nutrientes. Entretanto, tanto o Ca como o P apresentam variações contrárias ao esperado em função da idade das folhas, o que mostra a importância da redistribuição dos nutrientes num mesmo broto. Assim, é recomendável padronizar a coleta das folhas no meio dos brotos (Quaggio, 1996).

Tabela 10 . Influência da posição da folha no broto e características dos ramos sobre a composição em macronutrientes.

Posição	N	P	K	Ca	Mg
			%		
Base	1,17b	0,117a	0,88a	1,82b	0,35a
3ª folha	1,21ab	0,115a	0,85a	1,89b	0,36a
6ª folha	1,23ab	0,115a	0,78ab	1,92b	0,35a
Ápice	1,30a	0,107b	0,73b	2,07a	0,36a
Ramos c/ frutos	0,98a	0,091a	0,69b	2,42a	0,34a
Ramos s/ frutos	1,10a	0,085a	0,76a	2,43a	0,36a

Fonte: Koo & Young (1972).

Ramos com ou sem frutos

Na grande maioria das plantas perenes a concentração de nutrientes em ramos com frutos é significativamente menor do que naqueles sem frutos, pois a proximidade dos frutos aumenta o efeito de dreno. Para a mangueira, essas variações parecem ser pequenas, com exceção do K, conforme pode ser visto na Tabela 10, com resultados dos trabalhos de Koo & Young (1972). Entretanto, os resultados do trabalho de Reddy & Majmudar (1985) mostram que folhas de ramos frutíferos possuem sempre mais P do que naqueles de ramos não frutíferos, sendo um importante fator para a maior retenção dos frutos e produtividade. Catchpoole & Bally (1995) também observaram que podem ser significativas as diferenças na composição de folhas amostradas em ramos estáveis, com fluxo ativo, em florescimento ou com frutos, sendo recomendados os ramos estáveis para a realização da amostragem.

Variedade

Estudos realizados por Young & Koo (1971) mostraram variações expressivas na composição foliar entre as variedades Tommy Atkins, Kent e Keitt, cultivadas em três regiões distintas na Florida, USA. Os resultados mostram que a variedade Kent possui significativamente mais N e Ca do que as demais estudadas. Tommy Atkins e Keitt possuem concentração de macronutrientes muito semelhantes, porém Keitt possui mais Mn e Cu. Os resultados de um trabalho anterior sobre o assunto não são consistentes, mas eles mostraram que as variações nas concentrações de nutrientes decorrentes de diferenças de solo são muito maiores do que as requeridas pelas variedades (Young & Koo, 1969). Hiroce et al. (1986) não encontraram variações significativas entre as principais variedades de mangas cultivadas no Estado de São Paulo. Portanto, não se justifica a interpretação diferenciada de níveis foliares para as principais variedades. Além disso, nestes trabalhos, os autores

não mencionaram se as diferenças nas concentrações de nutrientes nas copas não estavam associadas a diferentes porta-enxertos, o que normalmente afeta muito mais a composição química das folhas de muitas fruteiras (Quaggio, 1996).

Alternância da produção

As exigências nutricionais da mangueira aumentam continuamente com a idade e vigor da planta. Após produções altas, nas quais as exigências e exportações foram muito elevadas, os teores foliares dos nutrientes são reduzidos, levando a planta a uma redução no florescimento e na produção. Esse fenômeno é conhecido como alternância da produção e deve ser corrigido o mais rápido possível (Avilan, 1974).

DRIS

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) avalia o estado nutricional das plantas, considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura nutricionalmente equilibrada possa responder com alta produtividade, o que não acontece com lavouras com problemas de deficiência ou com desequilíbrios entre nutrientes (Sumner, 1999).

De acordo com Schaffer et al. (1988), o DRIS é um procedimento integrado que identifica a suficiência de cada nutriente em relação a outros na planta. O índice DRIS de um nutriente é calculado simultaneamente para cada nutriente. Quando o índice de um nutriente torna-se mais negativo aumenta a probabilidade de que o mesmo limite o crescimento da planta e a sua produção. O DRIS também permite o cálculo do índice de desbalanço nutricional (IDN), o qual indica o desbalanço de todos os nutrientes na planta. Quanto maior esse índice para uma determinada planta, maior é o desbalanço nutricional (Beaufils, 1957, 1973; Jones, 1981; Beaufils & Sumner, 1977; Sumner 1977, 1979).

O DRIS pode prover um procedimento útil para acessar desbalanços nutricionais e identificar os nutrientes mais limitantes associados com outros fatores bióticos, tais como doenças, que podem limitar a produção (Schaffer et al., 1988).

Schaffer et al. (1988) utilizaram o DRIS para identificar deficiências minerais associadas com declínio (desordem de etiologia desconhecida) de mangueiras Tommy Atkins, observando que o índice de desequilíbrio de nutrientes foi mais alto em pomares com altas percentagens de árvores em declínio do que em pomares geralmente saudáveis. As concentrações de manganês e de ferro foram mais baixas que o nível crítico em dois dos três pomares estudados, enquanto que os níveis de magnésio foram geralmente mais altos em pomares com produção em declínio. O fósforo apresentou o índice DRIS mais negativo, entretanto, sua concentração estava acima do valor crítico verificado num pomar com árvores em declínio. O DRIS deve ser utilizado em conjunto com valores críticos para as concentrações dos nutrientes.

Raghupathi & Bhargava (1997) realizaram trabalho em Ratnagiri, distrito de Maharashtra, Índia, para estudar o estado da fertilidade dos solos, onde se desenvolve a manga Alphonso. As normas de diagnóstico foram desenvolvidas utilizando DRIS.

Em 63 pomares comerciais da região do Submédio São Francisco, Bahia e Pernambuco, Pinto (2002) determinou as normas DRIS para a mangueira Tommy Atkins, avaliou o estado nutricional de cada pomar bem como a qualidade de frutos na colheita e na pós-colheita, estabelecendo também as correlações existentes entre características físicas e químicas dos solos, o estado nutricional das plantas e a qualidade dos frutos.

Foram calculados os Índices de Balanço Nutricional (IBN) e os índices DRIS para cada pomar. Interpretando os índices DRIS pelo método do Potencial de Resposta à Adubação (Wadt, 1996), a seqüência de limitação por deficiência foi: $Mg > Cu = K = Fe > Ca = B > Mn$

= 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.

Recomendações para Padronização da Amostragem de Folhas em Mangueiras

A padronização de critérios de amostragem de folhas é importante, não somente do ponto de vista de se fazer melhor uso da diagnose foliar mas também para facilitar a comparação de resultados futuros em pomares comerciais, assim como em áreas experimentais. As recomendações gerais são as seguintes:

- a) Separar talhões ou conjunto de talhões (não ultrapassar 10 ha) com a mesma idade, variedade e produtividade em áreas de solos homogêneos. Manter o mesmo agrupamento usado na análise de solo.
- b) Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e sadias, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças. As folhas devem ser coletadas na altura média da copa da árvore, nos quatro pontos cardeais, em ramos normais e recém-maduros. Coletar as folhas na parte mediana do penúltimo fluxo do ramo ou do fluxo terminal, desde que este tenha pelo menos 4 meses de idade. Retirar quatro folhas por planta, em 20 plantas selecionadas ao acaso.
- c) Realizar a coleta no período de florescimento ou, preferencialmente, antes, principalmente quando for realizada a aplicação de nitratos ou outro fertilizante foliar para a quebra de dormência das gemas florais, com o propósito de evitar contaminações.
- d) Não amostrar plantas que tenham sido adubadas, pulverizadas ou após períodos intensos de chuvas.
- e) Após a coleta, deve-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório. Se isso não for possível, armazená-las em ambiente refrigerado.
- f) Realizar amostragem de folhas, anualmente, pois os teores foliares de N condicionam as doses de fertilizantes nitrogenados a serem aplicadas.

Interpretação dos Resultados de Análises de Folhas

A interpretação dos resultados de análise foliar tem como base as curvas de calibração para cada nutriente. Nos estudos de calibração são estabelecidas correlações entre teores foliares e produtividade das culturas. Existem informações sobre fatores que afetam a composição de nutrientes nas folhas da mangueira na literatura internacional, mas nenhum estudo de calibração de resultados de análise foliar é conhecido. Os teores propostos por Young & Koo (1969) não foram gerados em estudos específicos de calibração, mas sim em variações observadas em pomares produtivos da Flórida-USA.

Como alternativa, à carência de informações geradas no campo, Quaggio (1996) reinterpreto resultados obtidos na literatura internacional, obtendo a curva de calibração para nitrogênio nas folhas da mangueira, cujo ponto de máxima corresponde a uma concentração de 13 mg/kg de N nas folhas. Para os demais nutrientes não foi possível

obter curvas semelhantes à do N, devido ao número muito reduzido ou mesmo a falta de trabalhos científicos.

Reinterpretando os resultados disponíveis na literatura, Quaggio (1996) elaborou a Tabela 11, com recomendações para a interpretação de resultados de análise de folhas para a cultura da mangueira. Os teores dos nutrientes foram agrupados em: **deficiente**, quando foi encontrado na literatura algum relato sobre sintomas de deficiência, ou alguma desordem fisiológica, como, por exemplo, baixo teor de cálcio nas folhas e colapso interno nos frutos; **adequado**, são considerados normais e observados em pomares sadios, produtivos e com boa qualidade dos frutos; e **excessivo**, quando também algum caso de toxidez foi relatado ou, ainda, teores foliares muito elevados que poderão causar desequilíbrios nutricionais.

Tabela 11. Recomendações para a interpretação de resultados de análise de folhas para a cultura da mangueira, baseadas em trabalhos da literatura.

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

nd = não definido.
⁽¹⁾ Este teor não provoca sintomas visíveis de deficiência desse nutriente na planta, mas afeta a qualidade dos frutos.
⁽²⁾Teores observados quase sempre em solos originados de substrato calcário.

Calagem e Adubação

Calagem

A mangueira cresce e produz relativamente bem em solos com grande amplitude de pH, desde ácidos até alcalinos, principalmente as variedades rústicas poliembriônicas. Contudo, as variedades melhoradas, apesar de também vegetarem bem em solos ácidos, requerem nível elevado de calagem para aumentar a produção, e principalmente para melhorar a qualidade dos frutos. A mangueira é exigente em cálcio, pois possui quase sempre o dobro desse nutriente nas folhas em relação ao nitrogênio, o qual é o nutriente predominante nas folhas da maioria das espécies cultivadas.

Também são freqüentes no campo os sintomas de deficiência de magnésio, considerado o quarto nutriente mais importante para a mangueira. Em solos ácidos, os problemas de deficiência de Mg são facilmente corrigidos mediante a aplicação de calcário dolomítico, que é uma fonte eficiente e a mais econômica do nutriente. Entretanto, em solos alcalinos, a deficiência de Mg só é corrigida pela aplicação de sais solúveis de Mg, como sulfato, cloreto ou nitrato, os quais normalmente têm custo elevado, principalmente quando comparados com o calcário dolomítico.

A calagem, portanto, é uma prática indispensável para a cultura da manga. No Estado de São Paulo e também no Brasil Central, em condições de cerrado, os melhores resultados com a calagem estão sendo obtidos quando a saturação por bases no solo é elevada para 80%. Em pomares a serem formados, o calcário deve ser aplicado com a maior antecedência ao plantio das mudas e incorporado o mais profundamente possível.

Em regiões semi-áridas, alguns solos apresentam pH próximo ou acima de 7,0, com baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis, como as Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos) e Latossolos e Podzólicos (Argissolos e Nitossolos) de textura arenosa. Esses solos, geralmente, apresentam CTC baixa ($< 3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$) e saturação de bases elevada ($> 85 \%$). Recomenda-se, nesse caso, que a soma dos teores de cálcio e magnésio trocáveis seja elevada a $3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$. Em áreas onde a CTC a pH 7,0 é inferior a $2 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$, o ideal seria que o calcário usado para elevar os níveis de cálcio e magnésio trocáveis fosse parcelado. A aplicação de gesso é uma das alternativas viáveis. Seria também aconselhável usar como fonte de P o superfosfato simples para disponibilizar maior quantidade de cálcio para as plantas, o que poderia ser conseguido também com a aplicação de nitrato de cálcio, alternado com nitrato de potássio, na fase de quebra de dormência das gemas florais.

Assim, a necessidade de calagem (NC), em toneladas por hectare (t/ha), deve ser calculada com base no resultado da análise de solo, visando atingir uma saturação de bases de 80% ou uma soma dos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ igual $3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$. Para isso poderão ser utilizadas as fórmulas seguintes:

$$a) \quad NC = T (V_2 - V_1)/100$$

Onde:

NC = necessidade de calagem

T = CTC a pH 7,0

V_1 = saturação de bases atual do solo

V_2 = saturação de bases desejada para a cultura (80% para a mangueira).

$$b) \quad NC = [3 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] + 2 \times \text{Al}^{3+}$$

Onde:

NC = necessidade de calagem

Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} = teores de cálcio, magnésio e alumínio determinados pela análise de solo, em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de solo.

$$c) \quad NC = 2 \times [2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \text{ ou } NC = 2 \times \text{Al}^{3+}, \text{ adotando-se o maior valor.}$$

Considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso. A quantidade a ser aplicada deve ser

definida em função da análise química e da textura do solo, estando entre 2 t/ha de gesso em solos de textura arenosa e 3 t/ha em solos de textura argilosa. Aplicar na superfície, sem incorporação, após a calagem e antes da adubação, para se evitar perda excessiva de potássio. O gesso agrícola é uma fonte excelente de Ca para as plantas e sua recomendação visa melhorar a qualidade dos frutos, por meio da redução da incidência de amolecimento da polpa, o que tem se mostrado eficiente. No caso de aplicação de gesso agrícola sem calcário, adicionar ao solo sulfato de magnésio, para suprir as necessidades de magnésio, evitando o desequilíbrio com o cálcio.

Em pomares já plantados é recomendável analisar o solo pelo menos a cada dois anos e aplicar calcário sempre que a saturação por base for inferior a 60% ou a soma dos teores de cálcio e magnésio trocáveis inferior a $3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Evita-se, assim, a aplicação de doses pequenas de corretivos que poderão ser realizadas no ano seguinte sem prejuízos à produção. A época mais indicada é o final da estação chuvosa, pois ainda existe umidade suficiente no solo para a reação do corretivo e permite a incorporação do calcário, de preferência com grade pesada, com pequeno risco de erosão. Em áreas irrigadas, essa aplicação deverá ser realizada logo após a colheita. Aplicar o calcário e/ou gesso na superfície do solo e incorporar com escarificador. O período entre a calagem e a adubação deve ser, no mínimo, de 60 dias, pois quando se aplica calcário, o pH do solo pode aumentar muito por um determinado período, favorecendo a volatilização do nitrogênio aplicado, a solubilização do fósforo e a lixiviação do potássio.

Adubação

Adubação de Plantio e Formação

Nos primeiros anos de idade, as mangueiras têm crescimento lento, requerendo uma adubação bem equilibrada para acelerar o período de formação e melhorar a uniformidade das plantas. O inverso deve ser objetivado na adubação de pomares já formados, ou seja, deve-se reduzir ao máximo possível o crescimento das plantas. Assim, é muito importante separar muito bem a adubação nessas fases de vida da planta. Na formação, as exigências em N e P são maiores do que na produção, e nesta última, o K é exigido em grande quantidade.

Durante o período de formação, as plantas são muito individualizadas no talhão e ainda não exploram pequenos volumes de solo. Portanto, para melhor orientar a adubação, as doses de fertilizantes são expressas em gramas por planta, e variam com a idade das plantas e com os teores dos nutrientes no solo.

No Estado de São Paulo são utilizados os seguintes fertilizantes no plantio da mangueira: Esterco de curral de 10 a 15 L ou esterco de galinha de 3 a 5 L; 200 g de P_2O_5 na forma de fosfatos solúveis ou termofosfato e 5 g de Zn, fornecido na forma de sulfato de zinco (20% de Zn) ou óxido de zinco (50% de Zn). Para grandes áreas, é interessante o uso de superfosfato simples zincado, que contém geralmente 0,4% a 0,5 % de Zn e também termofosfatos com micronutrientes.

As quantidades de fertilizantes utilizadas durante a fase de formação da planta em São Paulo e no Brasil Central são mostradas na Tabela 12.

Tabela 12. Doses de nutrientes para o período de formação da mangueira, de acordo com a idade das plantas e características químicas do solo, utilizadas em São Paulo e no Brasil Central.

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
	g/planta	P ₂ O ₅ , g/planta				K ₂ O, g/planta			
0 - 1	30	0	0	0	0	40	0	0	0
1 - 2	60	160	120	80	0	80	40	0	0
2 - 3	120	240	160	100	0	160	120	80	40
3 - 4	160	320	240	120	0	240	180	120	80

Em regiões de clima semi-árido, nos quais a mangueira é cultivada sob condições irrigadas, as quantidades de fertilizantes utilizadas nas fases de plantio e formação são apresentadas a seguir:

- a) Adubação orgânica: aplicar 20 a 30 L/cova de esterco de curral curtido no plantio, e pelo menos uma vez por ano.
- b) Adubação mineral: (Tabela 13).
- c) Plantio: as doses de fósforo e potássio recomendadas baseiam-se nos teores desses nutrientes no solo. Misturar metade do esterco com a terra na primeira camada, e colocá-lo no fundo da cova. Os fertilizantes minerais devem ser bem misturados com o restante da terra e colocados nas covas. Irrigar três vezes, num período mínimo de 15 dias antes do plantio das mudas.
- d) Formação: a dose de N deve ser parcelada em seis aplicações ao ano em solos argilosos e doze aplicações ao ano em solos arenosos, iniciando com 10 g/planta de N aos 30 dias após o plantio. O P deve ser parcelado em duas aplicações no segundo ano e a dose de K deve ser parcelada da mesma forma que o nitrogênio.

Tabela 13. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para a adubação de plantio e crescimento da mangueira irrigada no Semi-Árido.

Adubação ¹	N	P Mehlich-1 (mg dm ⁻³)				K solo (cmol _c dm ⁻³)			
		<10	10-20	21-40	>40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	>0,45
	g/cova	P ₂ O ₅ , g/cova				K ₂ O, g/cova			
Plantio	-	250	150	120	80	-	-	-	-
(meses)									
Formação	0-12	150	-	-	-	80	60	40	20
	13-24	210	160	120	80	120	100	80	60
	25-30	150 ²	-	-	-	80	60	40	20

1. Adicionar como fonte de P o superfosfato simples, ou como de N o sulfato de amônio, com o objetivo de se fornecer S às plantas.
2. Antes de aplicar nitrogênio nesse período, realizar análise foliar, principalmente se for fazer a indução floral entre 30 e 36 meses.

Adubação de Produção

A adubação de pomares em produção deve considerar a produtividade do talhão e os resultados da análise de solo. A produtividade determina, em função da exportação com a colheita, o mínimo de reposição dos nutrientes a ser aplicado e também a capacidade de retorno econômico com a adubação.

O nitrogênio é o nutriente cuja resposta em produção é mais acentuada, porém de manejo muito difícil na cultura da manga. Essa planta quando adulta tem taxa de crescimento inversamente proporcional à produtividade, ou seja, árvores que vegetam excessivamente, crescem em demasia, normalmente têm maior dificuldade na diferenciação floral, produzem muitas folhas e poucos frutos. Esses fatores comprometem a safra seguinte, criando-se um ciclo vicioso difícil de ser rompido, o qual é mais grave em pomares adubados com excesso de nitrogênio.

As recomendações de adubação para o Estado de São Paulo e regiões de cerrado do Brasil Central são apresentadas na Tabela 14. Elas foram propostas para condições climáticas nas quais existe um verão chuvoso, com precipitação entre 1.200 e 1.500 mm anuais e inverno com 3 a 4 meses secos, porém não muito frios. Essas condições são favoráveis ao rápido crescimento das plantas, razão principal para as pequenas doses de N recomendadas, quando comparadas com outras importantes regiões produtoras no mundo, nas quais a precipitação anual é geralmente inferior a 1.000 mm. Essas doses procuram basicamente repor a remoção do N com as colheitas. Quando a análise foliar indicar suprimento adequado do nutriente ($12 > N > 14$ g/kg), e quando o teor foliar acusar deficiência do nutriente ($N < 12$ g/kg), as doses são aumentadas em 30% em relação à exportação e não se aplica o N quando houver excesso dele nas folhas ($N > 14$ g/kg). Como esta cultura possui um sistema radicular bem ramificado e profundo, foi considerado ainda um índice de eficiência de 80% para os fertilizantes nitrogenados.

Tabela 14. Recomendações de adubação para pomares em produção, em função da produtividade das plantas e disponibilidade de nutrientes para São Paulo e Brasil Central.

Produtividade esperada	N nas folhas (g/kg)			P-resina (mg/dm ³)				K trocável (mmol _e /dm ³)			
	<12	12-14	>14	<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	kg/ha de N			kg/ha de P ₂ O ₅				kg/ha de K ₂ O			
<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

A mangueira cultivada sob irrigação, em condições de clima semi-árido, apresenta alto potencial de produção. Para que esse potencial seja completamente explorado torna-se necessário o aporte de quantidades suficientes de fertilizantes. Na fase de produção, a adubação dos pomares é realizada em função da produtividade e dos resultados de análises de solo e foliar. As doses de fertilizantes recomendadas são expressas em quilos por hectare, considerando uma população de 250 plantas por hectare. As quantidades de fertilizantes, apresentadas na Tabela 15, deverão ser ajustadas se o espaçamento for diferente.

Para o Estado da Bahia, em condições não irrigadas, a recomendação de adubação é mostrada na Tabela 16.

Formas e Épocas de Aplicação dos Fertilizantes

Em São Paulo e nos demais locais em condições de cultivo não irrigado, em plantas com 1 ano de idade, aplicar os fertilizantes espalhando-os ao redor da coroa, num raio de 0,5 m de largura. Ampliar o raio da área de aplicação proporcionalmente ao crescimento da planta até a idade de 3 anos. Em pomares com idade superior a 4 anos, aplicar os fertilizantes

em faixas, nos dois lados da planta, de largura igual ao raio da copa, sendo 2/3 da faixa sob a copa e 1/3 fora dela.

Tabela 15. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para a adubação, para produção da mangueira, em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

Produtividade esperada t/ha	N nas folhas (g kg ⁻¹)				P Mehlich-1 (mg dm ⁻³)				K solo (cmol _c dm ⁻³)			
	< 12	12-14	14-16	>16	<10	10 - 20	21 - 40	> 40	<0,16	0,16 - 0,30	0,31 - 0,45	>0,45
	N, kg/ha				P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha			
< 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

Tabela 16. Recomendação de adubação para a mangueira em condição não irrigada, para o Estado da Bahia.

Nutrientes	Plantio e 1º ano	2º e 3º ano	4º e 5º ano	6º e 7º ano	8º e 9º ano	10º ano em diante
Nitrogênio mineral ou orgânico						
N (kg/ha)						
	10	10	20	25	30	40
Fósforo no solo mg/dm³(Mehlich)						
P ₂ O ₅ (kg/ha)						
Até 6	10	15	15	20	25	30
7 a 13	5	10	10	15	15	20
14 a 20	-	5	5	10	5	10
Potássio no solo mg/dm³ (Mehlich)						
K ₂ O (kg/ha)						
Até 30	10	15	20	25	30	40
31 a 60	5	10	15	20	20	30
61 a 90	-	5	10	15	15	20

O fósforo deve ser aplicado preferencialmente em dose única, antes do florescimento das plantas, e incorporado com grade semipésada, para permitir incorporação mais profunda do nutriente. As doses de nitrogênio e potássio devem ser divididas em três aplicações, feitas na superfície, sendo a primeira no início das chuvas e as últimas após a colheita e até o final do período chuvoso.

Em condições semi-áridas, a aplicação do fertilizante está diretamente relacionada com a distribuição do sistema radicular da planta. Na fase de formação, as adubações devem ser iniciadas a partir de um mês do plantio, distribuindo-se os fertilizantes na área correspondente à projeção da copa, mantendo-se uma distância mínima de 50 cm do tronco da planta. Deve-se fazer uma leve incorporação e irrigar logo em seguida. O raio da área de aplicação deverá ser ampliado em função do crescimento da planta.

A partir de 3 anos ou quando as plantas entrarem em produção, os fertilizantes deverão ser aplicados em sulcos, abertos ao lado da planta. A cada ano, o lado adubado deve ser alternado. A localização desses sulcos deve ser limitada pela projeção da copa e pelo bulbo molhado, por ser esta a região com maior concentração de raízes. A distribuição dos fertilizantes na fase de produção está mostrada na Tabela 17.

Tabela 17. Parcelamento da adubação na fase de produção em cultivos irrigados de regiões Semi-Áridas.

Período	N	P	K
	% da dose total		
Após a colheita	50	60	25
Antes da indução	-	-	20
Floração	-	40	15
Após pagamento dos frutos	30	-	15
50 dias após o pagamento dos frutos	20	-	15

Adubação com Micronutrientes

São freqüentes na literatura relatos de ocorrência de sintomas de deficiência de micronutrientes em mangueiras, sendo os mais comuns de zinco, boro e manganês (Prevel et al., 1975; Sing & Dhillon, 1987; Ram & Sirohi, 1989; Coetzer et al., 1994).

A aplicação de boro tem resultado em efeitos benéficos mais constantes na literatura. Pelo levantamento realizado por Hiroce et al. (1986), em pomares paulistas, observou-se que mesmo naqueles que receberam 250 g de bórax por planta, os teores foliares do nutriente permaneceram ao redor de 40 mg/kg, que é baixo quando comparado com 60 a 100 mg/kg considerado adequado pelos trabalhos de Ram & Sirohi (1989) e Coetzer et al. (1994). Isso indica o bom potencial de resposta à aplicação do nutriente em nossas condições. Nesses trabalhos, ficou claro que a aplicação foliar de boro é mais eficiente do que a aplicação no solo, o que é surpreendente pelo que se conhece a respeito da dinâmica do nutriente na planta. Entretanto, é compreensível pelo tipo de solo que possui pH elevado e também pela época mais apropriada de aplicação, que é pouco antes da floração, pois o boro tem efeito benéfico na inflorescência devido ao aumento de flores hermafroditas, o que proporciona melhor pegamento dos frutos e maior produtividade. A fonte mais indicada é o ácido bórico na concentração de 0,2% a 0,3%.

Na região Semi-Árida, as deficiências mais comuns de micronutrientes que ocorrem na mangueira são de zinco e boro. Pereira et al. (1999) observaram que 68% dos pomares avaliados no Submédio do Rio São Francisco, no período de 1996 a 1998, apresentavam deficiência severa de zinco. A correção dessas deficiências poderá ser realizada por meio da aplicação de fertilizantes ao solo. O zinco poderá ser fornecido como óxido, silicato (fritas) ou sulfato, em quantidades que variam de 25 g/planta de sulfato de zinco a 100 g/planta de fritas, em função dos resultados de análises foliar e de solo. A aplicação será mais eficiente em condições de solo ácido, ou seja, com pH abaixo de 7,0. Quando houver deficiência de boro, este poderá ser fornecido na forma de silicato (fritas), bórax ou ácido bórico, a partir da adubação de fundação, em quantidades que variam de 10 g/planta de bórax a 100 g/planta de fritas. Deve-se tomar cuidado com a aplicação de fertilizantes contendo boro, pois o limite entre deficiência e toxicidade desse nutriente é muito próximo. Esses nutrientes poderão ser também aplicados via foliar, existindo para isto uma grande variedade de produtos no mercado.

Interação entre Nutrição Mineral e Qualidade dos Frutos

A qualidade dos frutos, entre outras características, está relacionada à minimização da taxa de deterioração, ou seja, à manutenção das características normais do produto, como textura, cor, sabor e aroma, de forma a mantê-los atraentes ao consumidor pelo maior espaço de tempo possível (Lima et al., 1996).

Para a boa aceitação no mercado internacional, os frutos devem apresentar peso entre 393 e 656 g; coloração da casca alaranjada a vermelha; polpa firme; ausência de colapso interno; características adequadas ao transporte e vida longa em prateleira.

Como a maioria das frutas tropicais, a manga apresenta problemas de pós-colheita, destacando-se os distúrbios fisiológicos, tais como o colapso interno, amplamente verificado no Brasil e no mundo, causando sérios problemas para comercialização de frutos frescos (Galan Saúco, 1999).

A exemplo do que ocorre com outras frutas no País, o índice de perdas pós-colheita chega a mais de 20% dos frutos produzidos (Souza & Ferreira, 1991). Vários fatores contribuem para o elevado nível de perdas, ratificando mais uma vez a importância de melhorar o sistema de produção atual, o que, certamente, inclui também o suprimento adequado de nutrientes, em quantidades e proporções adequadas durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, de modo a propiciar à região e ao país o alcance de uma posição de destaque no mercado produtor e exportador de manga de qualidade (Cunha et al., 1994).

O N é, sem dúvida, o nutriente mais importante associado com o balanço entre o desenvolvimento vegetativo e o reprodutivo. A época e a razão de aplicação de N podem influenciar os processos fenológicos e fisiológicos da planta (Stassen et al., 1981) e a qualidade do fruto (Shear & Faust, 1980).

A cor da casca é uma característica de grande importância para o consumidor. Durante o amadurecimento da manga, a clorofila é rapidamente degradada, enquanto antocianinas se acumulam, ao mesmo tempo que os carotenóides totais aumentam. Segundo McKenzie (1994), existem várias razões para a pobre coloração da casca, mas o estado nutricional da planta e do fruto exerce um importante papel. Um levantamento das práticas adotadas pelos produtores na África do Sul mostrou que os pomares com altos teores de N tendem a produzir frutos verdes, enquanto aqueles com baixos teores de N produzem frutos amarelos (McKenzie, 1994). Esse efeito é corroborado por Pinto (2000), em condições de cerrado no Brasil, que relaciona a presença de manchas esverdeadas nos frutos com teores de nitrogênio nas folhas superiores a 12 g/kg (Fig. 2).

Foto: Alberto Pinto



Fig. 2. Manchas esverdeadas em frutos de manga, ocasionadas por teores de nitrogênio na folha superiores a 12 g/kg.

No entanto, a cor da casca de frutos da variedade Tommy Atkins, armazenados em câmara fria, correlacionou-se positivamente com os teores de boro na polpa, de fósforo nas folhas e, negativamente, com os teores de sódio nas folhas, indicando haver um envolvimento maior desses nutrientes, em relação a outros elementos, na expressão da cor da casca nessa variedade (Pinto, 2002).

O distúrbio fisiológico conhecido como colapso interno é um problema que tem ocasionado perdas significativas à qualidade dos frutos de variedades monoembrionicas e melhoradas, como Tommy Atkins, Haden, Keit, Kent. Embora existam causas distintas para o problema, o estado nutricional da planta é determinante na sua ocorrência. As informações existentes na literatura mostram que o colapso interno está relacionado com teores elevados de nitrogênio nas folhas e baixos teores de cálcio no solo.

Quaggio (1996) reinterpretou os resultados de Young et al. (1962) construindo a superfície de resposta da Figura 3. Com o modelo matemático obtido ($Y = -127,2 + 148,8 N + 45,0 Ca - 51,3 NCa$) foi possível explicar 64% das variações na porcentagem de frutos com colapso interno. Esse modelo mostra que os efeitos do N, do Ca e da interação entre eles tiveram uma relação linear com o colapso interno. Níveis baixos de Ca e altos de N nas folhas aumentam a incidência de colapso interno. Portanto, para reduzir a incidência de soft-nose é necessário aumentar a disponibilidade de cálcio e evitar o excesso de nitrogênio para a planta. Com base nos dados de Young et al. (1962), se os teores foliares de cálcio se mantêm em 2,5 % ou ligeiramente acima, o colapso interno se reduz a baixos níveis, independentemente da concentração de nitrogênio (Quaggio, 1996).

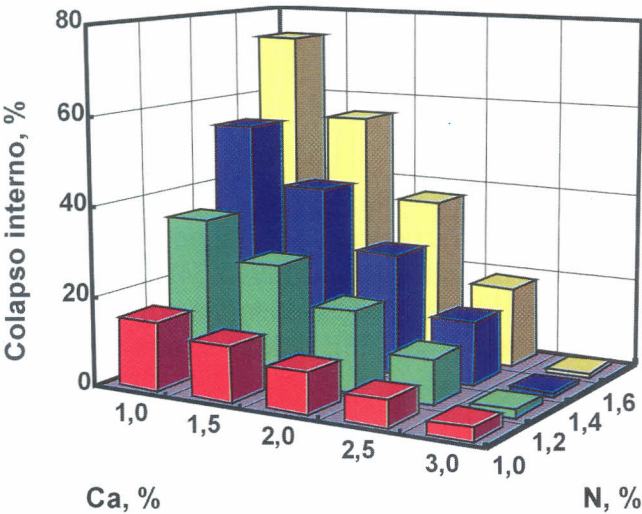


Fig. 3. Superfície de resposta ajustada entre os teores foliares de N e Ca com a ocorrência de colapso interno dos frutos da mangueira.
Fonte: Reinterpretação de dados de Young et al. (1962), realizada por Quaggio (1996).

Os efeitos do cálcio na correção do colapso interno foram evidenciados por Pinto et al. (1994) num experimento envolvendo adubação NPK e gesso, em condições de cerrado. Esses autores observaram que a maior produção de frutos (245 frutos por planta) foi obtida no quinto tratamento, cuja produção foi 300% maior que da testemunha (Tabela 18). A aplicação de 2,9 t/ha de gesso promoveu acréscimos de produção de 51% em relação à adubação NPK. A porcentagem de frutos normais, sem colapso interno, do quinto tratamento aumentou de 40 para 97%, em 4 anos de experimentação. O gesso mostrou-se uma fonte adequada de cálcio para a mangueira.

A carência de boro também provoca distúrbios fisiológicos na mangueira, afetando a qualidade dos frutos. Rosseto et al. (2000) avaliaram os efeitos do boro na produção de mangueiras e na qualidade dos frutos das variedades Tommy Atkins, Van Dike, Haden e Winter cultivadas em Votuporanga, Estado de São Paulo. A deficiência de boro provocou bronzeamento e queda de frutos das variedades Van Dyke e Haden, sendo a primeira muito

mais sensível. Um teor médio de boro de 27,4 mg/kg seria satisfatório para a produção dessas variedades. A variedade Dashehari, cultivada na Índia, também mostrou-se sensível à deficiência de boro (Ram et al., 1989). Esses autores recomendam que os teores de boro nas folhas e nos frutos devem ser superiores a 70 mg/kg e 20 mg/kg, respectivamente, para se evitar o problema.

Tabela 18. Número médio de frutos por planta, obtido em quatro anos de experimentação, e percentagem de frutos sem colapso interno, obtida no primeiro e quarto anos de colheita de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a aplicações de fertilizantes com N, P e K e de gesso em condições de cerrado.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Gesso	Frutos por planta ⁽¹⁾			Frutos normais	
				Média	C/ colapso	S/ colapso	1988	1991
g/planta				%				
0	0	0	0	139	76	63	15	40
150	200 ⁽²⁾	480	0	162	59	103	46	86
300	200 ⁽²⁾	480	0	155	47	108	44	83
0	200 ⁽²⁾	480	0	203	48	155	40	92
150	200 ⁽³⁾	480	2,9	245	52	193	40	97
300	200 ⁽³⁾	480	2,9	198	90	108	33	58
600	200 ⁽³⁾	480	2,9	176	48	128	35	89

⁽¹⁾Média de quatro safras.

⁽²⁾Superfosfato simples.

⁽³⁾Superfosfato triplo.

Fonte: Pinto et al. (1994).

Com relação à incidência de doenças de pós-colheita, Pinto (2002) obteve uma correlação negativa entre os valores de pH do solo e a incidência de antracnose nos frutos da variedade Tommy Atkins armazenados em sala de amadurecimento ($r = -0,64$). Ele também verificou uma correlação negativa entre a incidência dessa doença em frutos armazenados em câmara fria e os teores de matéria orgânica do solo ($r = -0,68$), indicando que a matéria orgânica age na melhoria da sanidade vegetal.

Referências

AVILAN, L. A. R. Cuatro años de fertilización en mango (*Mangifera indica* L.) en suelos de la serie Maracay. **Agronomia Tropical**, v. 24, p. 97-107, 1974.

AVILAN, L. A. R.; CARMELO, R. A. **El mango.**, Caracas, Venezuela: Editorial America, 1990. 401 p.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation based on principles developed from research in plant nutrition. **Soil Science Bull**, Pietermaritzburg, South Africa, 1973. 132 p.

BEAUFILS, E. R. Research for rational exploitation of *Hevea brasiliensis*, using a physiological diagnosis based on the mineral analysis of various parts of the plant. **Fertilité**, v. 3, 27 p., 1957.

BEAUFILS, E. R.; SUMNER, M. E. Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca and Mg requirements of sugar cane by DRIS approach. **Proceedings South Africa Sugart Technology Asoc.**, v. 51, p. 62–67, 1977.

- CATCHPOOLE, D. W.; BALLY, I. S. E. Nutrition of mango trees: a study of the relationships between applied fertiliser, leaf elemental composition and tree performance (flowering and fruit yield) In: **MARKETING SEMINAR AND PRODUCTION WORKSHOP**, 1995, Townsville, Queensland. **Mango 2000**: proceedings. Townsville: Queensland Department of Primary Industries, 1995. p. 91-104. (Conference and Workshop Series QC95006).
- CHADHA, K. L.; SAMRA, J. S.; THAKUR, R. S. Standardization of leaf-sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar Chausa. **Scientia Horticulturae**, v. 13, p. 323-329, 1980.
- CHILDERS, N. F. **Fruit nutrition**: temperate to tropical. New Jersey: Horticultural Publications, 1966. 888 p.
- CHOUDHURY, E. N.; SOARES, J. M. Comportamento do sistema radicular de fruteiras irrigadas. I. Mangueira em solo arenoso sob irrigação por aspersão sob copa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 3, p. 169-176, 1992.
- COETZER, L. A.; ROBBERTSE, P. J.; WET, E. de. The influence of boron applications on fruit production and cold storage. **South African Mango Growers Association**, v. 11, p. 28-31, 1994.
- CUNHA, G. A. P. da; SAMPAIO, J. M. M.; NASCIMENTO, A. S. do; SANTOS FILHO, H. P.; MEDINA, V. M.. **Manga para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 35 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 8).
- GALÁN SAÚCO, V. **El cultivo del mango**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 298 p.
- GEUS, J. D. de. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. **Stikstof**, v. 8, p. 41-64, 1964.
- HAAG, H. P.; SOUZA, M. E. P.; CARMELLO, Q. A. C.; DECHEN, A. R. Extração de macro e micronutrientes por frutos de quatro variedades de manga (*Mangifera indica* L.) **Anais da ESALQ**, v. 47, p. 459-477, 1990.
- HIROCE, R.; CARVALHO, A. M.; BATAGLIA, O. C.; FURLANIO, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R. dos; GALLO, J. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, p. 155-164, 1977.
- HIROCE, R.; PIZA JÚNIOR, C. T.; KAKUTA, I.; SCALOPI, E. J. Teor de nutrientes das folhas de mangueira do Estado de São Paulo, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura ,8., 1986, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBF, 1986. p. 371-379.
- JACOB, A.; UEXKULL, H. von **Fertilizer use-nutrition and manuring of tropical crops**. Hannover: Centre d'Erude de Azote, 1958. 491 p.
- JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Commun. Soil Sci. and Plant Anal**, v. 12, p. 785-974, 1981.
- KOO, R. C. J. Potassium nutrition of tree crops. In: THE ROLE of potassium in agriculture. Madison: American Society of Agronomy, 1968. p. 469-87.
- KOO, R. C. J.; YOUNG, T. W. Effects of age and position on mineral composition of mango leaves. **Journal of the American Society Horticultural of Science**, v. 97, n.6, p. 792-794, 1972.
- LABOREM, G.; AVILAN, R.; FIGUEROA, M. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). **Agronomia Tropical**, v. 29, p. 3-15, 1979.
- LIMA, L. de C. de O; SCALON, S. de P. Q.; SANTOS, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. "Haden" embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, abr. 1996.
- McKENZIE, C. B. The background skin colour of exported mango fruit in relation to tree nitrogen status. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v. 14, p. 26-28, 1994.

OOSTHUYSE, S. A. Relationship between leaf nutrient concentrations and cropping or fruit quality in mango. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v. 17, p. 1-15, 1997.

OOSTHUYSE, S. A. Variation of leaf nutrition status in relation to fruit growth in mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, v. 1, p. 375-378, 2000.

PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J.; POSSÍDIO, E. L.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de. **Avaliação nutricional das culturas de videira e mangueira no Submédio São Francisco**. Petrolina, PE: Embrapa-CPATSA, 1999. 15 p. (Embrapa. Programa 17). Subprojeto concluído.

PINTO, A. C. de Q. **A teorática no cultivo da manga**: sinopse. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 39 p., il.

PINTO, A. C. de Q.; RAMOS, V. H. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LOBATO, E.; SOUZA, D. M. G. Relação Ca/N nas folhas e seu efeito na produção e qualidade da manga Tommy Atkins sob condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v. 2, p. 763.

PINTO, P. A. da C. **Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós-colheita de frutos na região do Submédio São Francisco, BA – PE**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. No prelo.

PREVEL, M. P.; MARCHAL, J.; FURON, V. Un cas de carence en zinc sur manguier. **Fruits**, v. 30, p. 201-206, 1975.

QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga**, tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p. 106-135.

QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 52, n. 1, p. 67-74, 1998.

RAGHUPATHI, H. B.; BHARGAVA, B. S. Preliminary diagnostic soil fertility norms for Alphonso mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v. 45, n. 3, p. 534-536, 1997.

RAJPUT, C. B. S.; SINGH, B. P.; MISHRA, H. P. Effects of foliar application of boron on mango. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 5, p. 311-313, 1976.

RAM, S. B. L. D.; SIROHI, S. C. Internal fruit necrosis on mango and its control. **Acta Horticultural**, v. 231, p. 805-813, 1989.

REDDY, S.; MAJMUDAR, A. M. Tracking phosphorus patterns in mango (*Mangifera indica* L.) and possible relation to floral induction. **Fertilizer Research**, v. 6, p. 225-234, 1985.

RHUEHLE, G. D.; LEDIN, R. B. **Manga growing in Flórida**. Flórida: Agriculture Experiment Stations, 1955. 90 p. (Bulletin, 574).

ROSSETO, C. J.; FURLANI, P. R.; BORTOLETTO, N.; QUAGGIO, J. A.; IGUE, T. Differential response of mango varieties to boron. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, v. 1, p. 259-264, 2000.

SAMRA, J. S.; ARORA, Y. K. Mineral nutrition. In: LITZ, R. E. **The mango**: botany, production and uses. New York: CAB International, 1997. 587 p.

SAMRA, J. S.; THAKUR, R. S.; CHADHA, K. L. Evaluation of existing critical limits of nutrient standards in mango. **Scientia Horticulturae**, v. 8, p. 349-355, 1978.

SCHAFFER, B.; LARSON, K. D.; SNYDER, G. H.; SANCHEZ, C. A. Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. **Hortscience**, v. 23, n. 3, p. 617-619, 1988.

- SHEAR, C. B.; FAUST, M. Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. **Hort. Reviews**, v. 2, p. 142–163, 1980.
- SILVA, D. J.; PEREIRA, J. R.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de. Equilíbrio nutricional em mangueira cultivada sob irrigação no Submédio São Francisco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu, MG. **Resumos...** Lavras: UFLA; SBCS; SBM, 1998. p. 679.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1971. ___531 p.
- SINGH, Z.; DHILLON, B. S. Effect of foliar application of boron on vegetative and panicle growth, sex expression, fruit retention and phisico-chemical chacteres of fruits of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dashehari. **Tropical Agriculture**, v. 64, p. 305-308, 1987.
- SOUZA, E. C. A. de; FERREIRA, M. E. Zinco. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS; CNPq, 1991. p. 219-242.
- STASSEN, P. J. C.; GROVE, H. G.; DAVIE, S. J. Uptake, distribution and requirements of macro elements in 'Sensation' mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, v. 1, p. 365-374, 2000.
- STASSEN, P. J. C.; TERBLANCHE, J. H.; STRYDOM, D. K. The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach trees. **Agroplantae**, v. 13, p. 55-61, 1981.
- STASSEN, P. J. C.; VUUREN, B. H. P. van; DAVIE, S. J. Macro elements in mango trees: uptake and distribution. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v. 17, p. 16-19, 1997.
- SUMNER, M. E. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca and Mg content and calculated DRIS indices. **Communication In Soil Science and Plant analysis**, v. 8, p. 269-280, 1977.
- SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, v. 71, p. 343-348, 1979.
- SUMNER, M. E. The use and misuse of the Diagnosis and Recomendation Integrated System (DRIS) in foliar diagnosis. In: SIMPÓSIO SOBRE MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: POTAFOS, 1999. CD Rom.
- THAKUR, R. S. ; RAO, P. G. S.; CHADHA, K. L.; SAMRA, J. S. Variation in mineral composition of mango leaves as contributed by leaf sampling factors. **Commun. in Soil Sci. and Plant Anal.**, v. 12, p. 331-343, 1981.
- WADT, P. G. S. **Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. 1996. 123p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- YOUNG, T. W.; KOO, R. C. J. Mineral composition of Florida mango leaves. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 82, p.324-328, 1969.
- YOUNG, T. W.; KOO, R. C. J. Variations in mineral content of florida mango leaves. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 84, p. 208-303, 1971.
- YOUNG, T. W.; KOO, R. C. J.; MINER, J. T. Effects of nitrogen, potassium and calcium fertilization on Kent mango on deep acid, sandy soils. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 75, p. 364-371, 1962.