

7. Mangueira

Carlos Alberto de Queiroz Pinto¹

Davi José Silva²

Paulo Augusto da Costa Pinto³

7.1. Introdução

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.2. Clima e solo

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

7.2.1. Clima

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

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

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

7.2.2. Solos

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

7.3. Manejo do solo e da cultura

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

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

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

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

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

Fonte: Andrade, 2004; Souza, 2004.

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

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

Fonte: Andrade, 2004; Souza, 2004.

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

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

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

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

7.4. Nutrição mineral

7.4.1. Extração e exportação de nutrientes

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

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

7.4.2. Funções, importância dos nutrientes

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.5. Adubação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: Quaggio, 1996.

Adubação na fase de formação: Em geral, as quantidades de N, P_2O_5 e K_2O utilizadas na adubação de formação da mangueira, variam de acordo com a idade da planta e os teores de P e K, detectados na análise de solo. Para pomares sob sequeiro em São Paulo e no Brasil Central (Tabela 7.4) as quantidades de nutrientes diferem daqueles, recomendados para pomares irrigados na Região Semi-Árida nordestina (Tabela 7.5). Sempre que possível, deve-se usar como fonte de P o superfosfato simples, e como fonte de N o sulfato de amônio, com o objetivo de fornecer S às plantas.

Tabela 7.4. Quantidades de N, P_2O_5 e K_2O na fase de formação do pomar de mangueiras em condição de sequeiro, em função da idade da planta e dos teores de P e K disponíveis no solo.

Idade	N	P-resina ($mg\ dm^{-3}$)				K-trocável ($mmol_c\ dm^{-3}$)			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	$g/planta^{-1}$	----- P_2O_5 ($g\ planta^{-1}$)-----				----- K_2O ($g\ planta^{-1}$)-----			
0-1	80	0	0	0	0	40	20	0	0
1-2	160	160	100	50	0	120	90	50	0
2-3	200	200	140	70	0	200	150	100	60
3-4	300	300	210	100	0	400	300	200	100

Fonte: Raij *et.al.*, 1997.

Tabela 7.5. Quantidades de N, P_2O_5 e K_2O recomendadas para o plantio e crescimento de mangueira irrigada na Região semi-árida brasileira.

Idade	N	P-Mehlich-1 ($mg\ dm^{-3}$)				K-trocável ($mmol_c\ dm^{-3}$)			
		<10	10-20	21-40	>40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	>0,45
Meses		----- P_2O_5 ($g\ planta^{-1}$)-----				----- K_2O ($g\ planta^{-1}$)-----			
Plantio ($g\ cova^{-1}$)									
0-1	-	250	150	120	80	-	-	-	-
1-2	150	-	-	0	0	40	0	0	0
2-3	210	160	120	80	40	120	100	80	60
3-4	150	-	-	-	-	80	60	40	20

Fonte: Silva *et.al.*, 1996.

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

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

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

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

7.5.1. Adubação orgânica

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

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

7.5.2. Adubação mineral

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: Raij *et al.*, 1996.

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

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

Fonte: Silva *et al.*, 2002.

7.6. Irrigação

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

7.6.1. Métodos de irrigação

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

No Semi-Árido nordestino, onde há escassez de recursos hídricos, a irrigação é obrigatória e a eficiência de seu uso é altamente importante. Portanto, o método de irrigação por superfície é o menos recomendado por sua menor eficiência, comparada com a dos métodos pressurizados como aspersão, gotejamento e microaspersão. O custo inicial de instalação de um sistema de microirrigação em 1 ha de mangueira varia de R\$ 3800,00 a R\$ 4500,00 (US\$ 1.366,00 a US\$ 1.618,00). A irrigação por aspersão convencional apresenta desvantagens como maior consumo de energia e baixa eficiência (50% e 75%), principalmente em situação de elevada velocidade de ventos, indicando que há perda significativa de água (Allen, 1998). Além dessas desvantagens, existem outras como a queda de flores, redução do número de insetos polinizadores e a queda de frutinhos pela ação dos jatos de água. Por outro lado, o sistema de irrigação por gotejamento é muito eficiente (70 a 95%), exige menor demanda de energia, porém, apresenta custo inicial elevado. Mangueiras com espaçamento de 8 x 5 m, um total de cinco a seis gotejadores por planta, são suficientes para assegurar um molhamento de 16% da área ocupada pela planta (Coelho *et al.*, 2002). A microaspersão é também um método de irrigação de elevada eficiência (70 a 95%), sendo o mais utilizado no cultivo da mangueira, pois promove uma área molhada maior que a do gotejamento, e apresentam vazões que variam de 15 a 200 L h⁻¹, operando com pressões na faixa de 8 a 35 metros de coluna de água – mca (Silva *et al.*, 1996).

7.6.2. Necessidades hídricas

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

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

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

7.6.3. Fertirrigação

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

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

7.7. Referências

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

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

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

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