



NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DA MANGUEIRA

Paulo Augusto da Costa Pinto

Engº. Agrº, Dr., Professor Titular, Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, 48.905-680, Juazeiro, Bahia.

E-mail: pacostapinto@yahoo.com.br; <http://geocities.yahoo.com.br/pacostapinto>

1. INTRODUÇÃO

O solo, visto como um reservatório de nutrientes para as plantas é um material especialmente heterogêneo, e consiste de três componentes principais: sólido, líquido e gasoso. As três fases podem influenciar o suprimento de nutrientes para as plantas e sua absorção. Ambas as fases orgânica e inorgânica determinam o fator capacidade (repositor) e exerce influência sobre o fator intensidade da fase solução. A atividade microbiana do solo e o crescimento das raízes (intercepção de nutrientes) dependem tanto da espécie de planta quanto do equilíbrio entre componentes líquidos e gasosos do ambiente da raiz. O equilíbrio entre as fases sólida, líquida e gasosa do solo, assim como as variações de temperatura são principalmente responsáveis pelo transporte de nutrientes dentro da rizosfera, assim como para o aprofundamento da raiz da planta no solo. A dinâmica da fase gasosa assume um papel dominante com numerosos organismos vivos, isto é, raízes de plantas, bactérias, fungos e animais. O suprimento de nutrientes mediante processos inorgânicos e de biodegradação está relacionado ao equilíbrio entre as frações sólidas, líquidas e gasosas. Desbalanços nesse equilíbrio por exploração excessiva ou por contaminação pode alcançar proporções ecologicamente desastrosas por reduzir a produtividade biológica da terra” (SAMRA & ARORA, 1997).

O fenômeno de troca de íons no solo (Figura 1) é algo fantástico, somente suplantado pela fotossíntese, sendo de fundamental importância na manutenção da vida na face da terra (LOPES & GUILHERME, 1989).



Série preferencial de troca

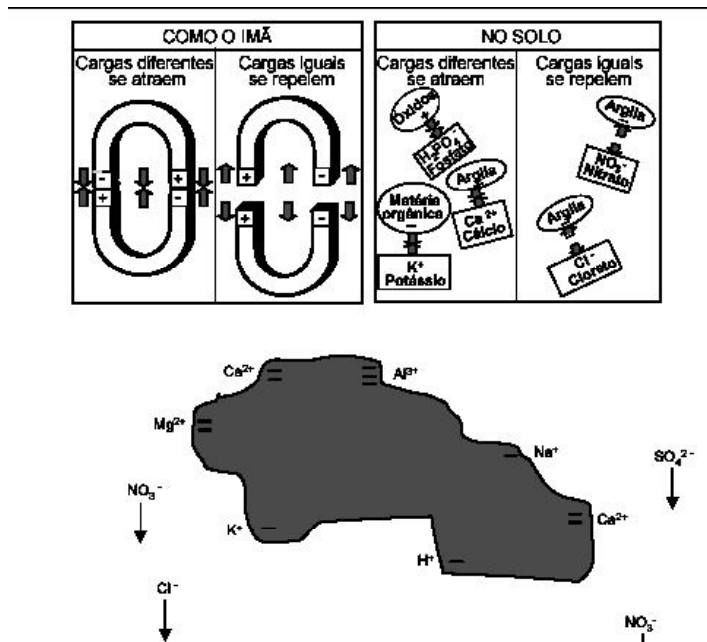


Figura 1. Demonstração de como, a semelhança de um ímã, as cargas negativas dos colóides do solo atraem ou repelem os cátions e ânions. Adaptado de Instituto da Potassa & Fosfato, 1998.

É interessante observar que, no solo, os cátions que estão adsorvidos aos colóides não são “presos” com a mesma intensidade, sendo, portanto, passíveis de serem “trocados”, seguindo uma série preferencial. Para cada tipo de solo e para cada situação, existe uma série preferencial. Entretanto, em um sentido bem amplo, a energia de ligação do cátion ao colóide aumenta com a valência e com o grau de hidratação do cátion, dentre

outros fatores. Série preferencial: $H^+ > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$.

O hidrogênio é exceção à regra, pois, apesar de ser monovalente, apresenta uma ligação por covalência muito rígida, além da eletrostática (LOPES & GUILHERME, 1989).

Outro aspecto importante a considerar é o apresentado por OLIVEIRA & PARRA (2003), quando afirmam que o emprego do conceito de relação entre a saturação por cátions básicos do solo tem sido indicado como alternativa para amenizar os possíveis prejuízos à produtividade das culturas. Neste conceito, a capacidade de troca de cátions do solo (BEAR & TOTH, 1948) deve ser preenchida com 65 % de Ca, 10 % de Mg e 5 % de K, resultando em relações Ca:Mg, Ca:K e Mg:K, respectivamente, de 6,5:1 13:1 e 2:1. Contudo, grande número de trabalhos que relatam a aplicação deste conceito apresentam resultados contraditórios.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Considerando que a maior parte dos nutrientes minerais absorvidos pelas plantas vem do solo, para se lhes fornecer uma boa nutrição é importante conhecer tanto o solo como as plantas.

O sistema radicular das plantas cultivadas desempenha importante papel nas interações que ocorrem entre o solo, as plantas e outros organismos vivos. O conhecimento da sua distribuição permite o uso mais racional de práticas de cultivo tais como de manejo e adubação do solo.

COELHO et al. (2001) avaliaram a distribuição de raízes de mangueiras, cultivar Tommy Atkins, com idade de nove anos sob irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) em solo arenoso de Tabuleiros Costeiros. Foram feitas trincheiras a partir do tronco nas direções longitudinal e ortogonal à fileira de plantas (Figura 2) e, pelo método do monólito, as raízes puderam ser extraídas do solo e, uma vez separadas, foram digitalizadas com uso de computador e "scanner". Com uso do software Rootedge, foi possível a obtenção dos comprimentos e diâmetros dos segmentos de raízes de todas as amostras, permitindo um mapeamento desses parâmetros nos perfis amostrados (Figura 3).

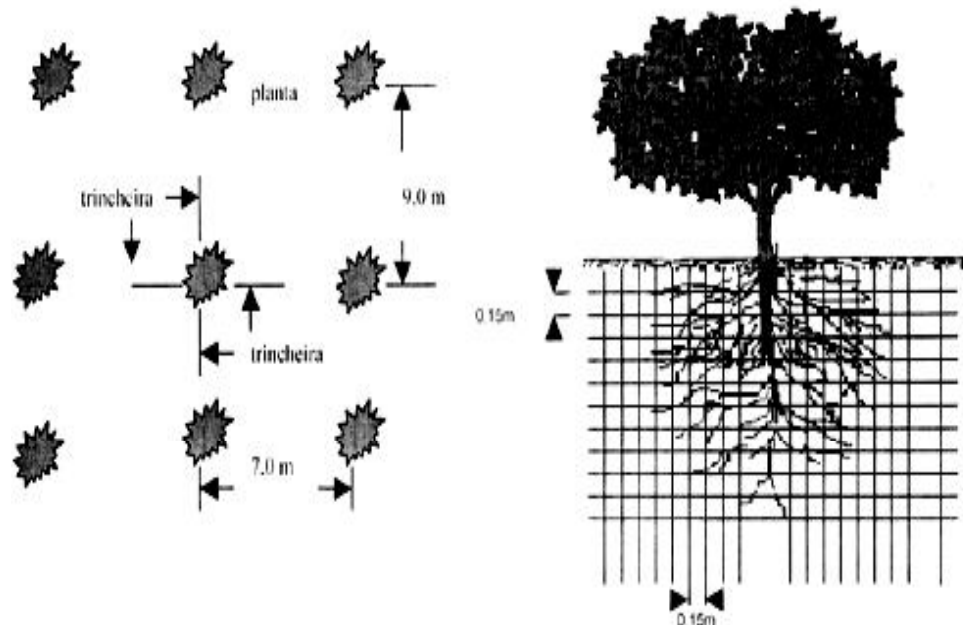


Figura 2

- Posições das trincheiras e malha indicando no perfil as posições de coleta de amostras de solo e raízes.

Coelho et al. (2001)

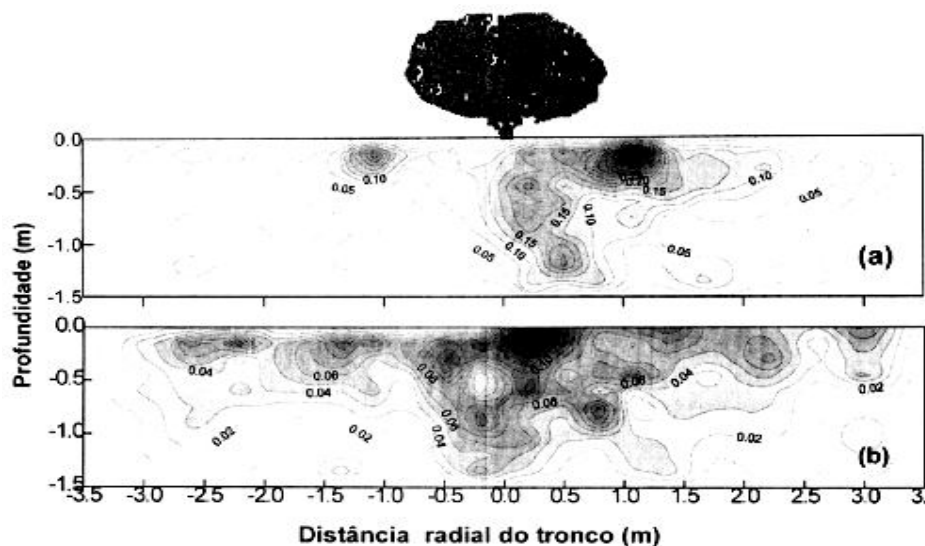


Figura 3

Distribuição de densidade de comprimento de raízes (cm.cm^{-3}) em dois perfis (a) na direção ortogonal a fileira de plantas, (b) na direção longitudinal a fileira de plantas, sob sistema de irrigação de microaspersão.

COELHO et al. (2001)

COELHO et al. (2001) concluíram: 1 - Haver coincidência entre as regiões de maiores valores de densidade de comprimento das raízes e as regiões de maior percentagem de raízes muito finas e finas, consideradas as maiores responsáveis pela atividade de absorção de água e nutrientes. 2 - Nos perfis avaliados, nos dois sistemas de irrigação, não houve simetria quanto à distribuição das raízes em relação à posição do tronco, tanto para densidade de comprimento como para diâmetro de raízes. 3 - As posições mais adequadas de instalação de sensores de água do solo para os dois sistemas de irrigação devem situar-se entre 0 e 2 m do tronco e a profundidades entre 0 e 0,6 m. 4 - Houve maior percentagem de raízes muito finas e finas nos perfis de solo sob gotejamento em relação à microaspersão, indicando a possibilidade de maior atividade do sistema radicular nesse sistema de irrigação com oito gotejadores por planta. 5 - Os resultados de distribuição de raízes



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

para gotejamento e microaspersão apresentados reforçam a recomendação da fertirrigação como alternativa mais adequada de aplicação de fertilizantes ao solo.

2. NUTRIENTES E SEUS EFEITOS NA MANGUEIRA

Os processos de **nutrição** das plantas estão relacionados com a **aquisição dos nutrientes** e com suas **funções** na vida vegetal. Como ciência, a nutrição das plantas é uma especialização dentro da Fisiologia vegetal. Os processos físicos, químicos, fisiológicos e bioquímicos relacionados com as interações da planta com seus substratos químicos, com a aquisição inicial dos nutrientes e com sua distribuição interna no vegetal constituem o campo particular da nutrição das plantas (EPSTEIN, 1975).

MENGEL e KIRKBY (1987) definem nutrição como o suprimento e a absorção dos compostos químicos necessários para o crescimento e metabolismo das plantas.

Os nutrientes fornecidos às plantas em quantidades adequadas possibilitam nutrição mineral ótima. Os nutrientes afetam a produtividade e a qualidade dos frutos: pegamento ou queda; tamanho; aspecto externo; forma; consistência da polpa; cor da casca; teor de sólidos solúveis totais; acidez total titulável; resistência ao transporte e às pragas e doenças; tempo de armazenamento;

2. 1. Nitrogênio

O N é um ingrediente essencial da clorofila, proteínas, hormônios de crescimento e de enzimas, agindo como um bloco construtor na produção de frutos (SAMRA & ARORA, 1997).

O nitrogênio relaciona-se com o aumento da produção porque aumenta a área foliar e o número de gemas floríferas (GEUS, 1964; AVILÁN 1974).

Os efeitos do N se manifestam principalmente na fase vegetativa da planta. Ao se considerar a relação existente entre surtos vegetativos, emissão de gemas florais/frutificação, sua deficiência pode afetar negativamente a produção.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Mangueiras adequadamente nutridas com N poderão emitir regularmente brotações que, ao atingirem a maturidade, resultariam em panículas responsáveis pela frutificação (SILVA, 1997).

A carência de N, se pouco pronunciada provoca: desenvolvimento retardado, crescimento vegetativo pequeno, floração e a produção e frutos reduzida (JACOB e UEXKULL, 1958; GEUS, 1964).

Em casos de deficiência avançada ocorrem: pequeno desenvolvimento das folhas, perda de clorofila e amarelecimento generalizado das mesmas (CHILDERS, 1966).

Conforme a Figura 4 os efeitos do N como os do Ca e da interação entre eles, têm relação linear com o distúrbio “soft – nose”. Níveis baixos de Ca e altos de N nas folhas aumentam a incidência de “soft – nose”. Concluindo-se que a redução da incidência desse distúrbio requer aumento da disponibilidade de Ca, evitando-se excessos de N na planta (QUAGGIO, 1996).

O excesso de N provoca: maior crescimento vegetativo, pobre fixação de frutos e aumento da incidência de “soft-nose” (GEUS, 1964; KOO, 1968).

Estudos analíticos foram levados a cabo em mangas afetadas e não afetadas de cultivares com sensibilidades diferentes para a desordem fisiológica. Um estudo histológico foi levado a cabo no pedúnculo e no mesocarpo de frutas com graus diferentes de maturidade. Desarranjo interno do mesocarpo não foi devido a dano aos elementos vasculares do pedúnculo, mas devido a dano às células e elementos do xilema no mesocarpo. Uma caracterização física, físico-química, química e bioquímica da fruta mostrou uma redução na firmeza, nos sólidos solúveis totais, pectinas totais e atividade de pectinesterase no tecido do mesocarpo afetado.



Figura 4. Superfície de resposta ajustada entre 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), citado por QUAGGIO (1997).

Um sistema sem solo mostrou frutas altamente afetadas com mesocarpo com mais alto conteúdo de N e mais baixo conteúdo de Ca do que em frutas ligeiramente afetadas com desordem interna, as quais mostraram mais baixo conteúdo de N (1,2 %) e mais alto conteúdo de Ca (2,2 %) no mesocarpo (CRACKNELL TORRES & GALAN SAUCO, 2004).

2. 2. Fósforo

As mangueiras exportam através dos frutos pequenas quantidades de P em relação ao N e o K (HIROCE et alii, 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). Muito embora as mangueiras em produção exijam quantidades significativamente menores de P do que de N e de K, recomenda-se a aplicação regular desse nutriente nas adubações, visto que os seus teores no solo são normalmente baixos, principalmente devido as altas taxas de fixação (SILVA, 1997).

A deficiência de P pode levar a um pobre desenvolvimento radicular (restringindo a absorção de água e de nutrientes), retardando a fixação e promovendo o amadurecimento extemporâneo de frutos que adquirem textura



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

grosseira. Outros Sintomas de carência de P em mangueira: retardamento do crescimento; 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).

2. 3. Potássio

O K, ao lado do N, é um dos nutrientes mais exportados 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 e a sua vida de prateleira, como também possibilita às árvores suportarem condições de estresse tais como seca, frio, salinidade e ataque de pestes e doenças (SAMRA & ARORA, 1997).

Sintomas de deficiência de K são mostrados pelas folhas mais velhas através de concentrações de cor amarelada, irregularmente distribuída. As folhas são menores e mais finas que as normais. Com carência mais acentuada as pontuações aumentam e crescem e a área foliar se torna necrótica ao longo das margens. A queda das folhas ocorre somente quando estão completamente mortas (CHILDERS, 1966; KOO, 1968, SIMÃO, 1971).

2. 4. Cálcio

O Ca exerce a função de ativador de enzimas e favorece o desenvolvimento do sistema radicular e suas atividades. Havendo deficiência do nutriente, pode haver decréscimo na produção, uma vez que o mesmo está associado à germinação do grão de pólen e ao desenvolvimento do tubo polínico (SILVA, 1997). O teor na folha deve ser mantido igual ou superior a 25 g/kg de matéria seca

Baixos níveis de Ca na pré-colheita afetam adversamente a manutenção da qualidade dos frutos e aumentam a ocorrência de desordens em frutos armazenados sob frio (VAN ÉDEN, 1992, citado por SAMRA & ARORA, 1997).

CHAUDHARY & NAURIYAL (1985), citados por SAMRA & ARORA (1997), cultivando em areia mangueira 'Dashehari' com um ano de idade, aplicando solução: a) nutritiva completa; b) com baixa concentração de Ca (10 mg/dm³); c) com baixa



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

concentração de Mg (11 mg/dm³); e d) com baixa concentração de S (4,5 mg/dm³). Verificaram que a severa deficiência em Ca reduziu os teores desse elemento nas folhas de 24,4 para 8,1 g/kg e N de 18,8 para 12,6 g/kg, porém elevou os teores de K de 9,5 para 16,0 g/kg e B de 64 para mg/kg. Severa deficiência de Mg reduziu os teores desse elemento nas folhas de 3,2 para 1,0 g/kg, e aumentou os teores de K de 9,5 para 14,0 g/kg e B de 64 para 155 g/kg. Severa deficiência de S reduziu os teores desse elemento nas folhas de 7,4 para 3,2 g/kg, Ca de 24,4 para 19,6 g/kg e Mn de 59 para 33 mg/kg, porém, aumentando os teores de K de 9,5 para 10,6 g/kg, B de 64 mg/kg para 145 mg/kg, Cu de 12 para 26 mg/kg e de Fe de 76 para 125 mg/kg.

2. 5. Magnésio

Quando há carência de Mg, os sintomas aparecem primeiro em folhas adultas. Ocorre a formação de verde escuro em forma de “V” invertido ou cunha, pela intrusão de uma clorose bronzeada ao longo da margem da folha (SMITH & SCUDDER, 1966). A deficiência de Mg é comum em solos arenosos e ácidos, pobres. A solução pode advir da aplicação de calcário dolomítico.

É componente da clorofila e indutor de enzimas ativadoras de aminoácidos responsáveis pela síntese protéica. Sua deficiência pode provocar redução no desenvolvimento, desfolha prematura e, conseqüentemente, diminuição da produção (SILVA, 1997).

2. 6. Enxofre

É componente de aminoácidos e de todas as proteínas vegetais. Desempenha o papel de ativador enzimático e participa da síntese de clorofila. Em nível 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).

Quando falta S, as folhas mais jovens mostram manchas necróticas sobre um fundo verde, ocorrendo também desfolhação prematura.



2.7. Boro

É fundamental para a formação da parede celular, divisão e aumento do tamanho das células e transporte de carboidratos. Sua deficiência induz à formação de brotações de tamanho reduzido, com folhas pequenas e coriáceas. Poderá ocorrer ainda redução significativa em termos de produção 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 dominância apical, induzindo assim a emissão de grande número de brotos vegetativos, originados das gemas axilares dos ramos principais. Dessa forma, o distúrbio denominado “Vassoura de Bruxa” ou malformação vegetativa (causada por *Fusarium sp*) poderá estar associado à deficiência de Boro (SILVA, 1997).

Conforme SAMRA & ARORA (1997) a deficiência de B afeta a manutenção da qualidade de frutos de manga Tommy Atkins armazenados sob frio.

O Boro pode apresentar efeitos tóxicos. Sintomas de excesso de boro são: presença de margens necróticas e ápices deformados. A análise química de folhas afetadas revelou teores de B de 500 a 700 mg/dm³ nos tecidos necróticos e de 300 a 400 mg/dm³ no restante da folha, enquanto que folhas normais apresentam teores de B de 50 a 100 mg/dm³.

Na Índia, RAJPUT (1976) pulverizando mangueiras com ácido bórico a 0,8% antes do florescimento, obteve aumento de 95% na produção de frutos por panícula.

2. 8. Ferro

Componente dos citocromos e ativador de enzimas participa na formação da clorofila e síntese de proteínas. Sua deficiência se caracteriza pela clorose típica em folhas novas, através da formação de um reticulado verde das nervuras em contaste com o amarelo do limbo foliar. É induzida, em solos ácidos, pelo excesso de manganês, bem como nos solos que apresentam pH elevado (SILVA, 1997).



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Em Israel, GEZIT (1970), citado por GEUS (1973), relatou que deficiência de ferro induzida por calcário foi controlada aplicando anualmente 100 a 200g por planta de quelato de ferro.

2.9. Cobre

É considerado um ativador de enzimas que oxidam fenóis, apresentando efetiva participação nos mecanismos da respiração e fotossíntese. Sua deficiência acarreta a presença de brotos terminais fracos, que perdem folhas, ocorrendo a morte progressiva, em função do secamento da ponta para baixo (SILVA, 1997).

Sintomas de deficiência de Cu frequentemente 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, seguidos de desfloração e morte dos ponteiros, ou encurvamento dos ramos em forma de “S” (RHUELHE & LEDIN, 1955).

2.10. Manganês

É essencial para a formação da clorofila e para a formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto. Sua deficiência causa redução no crescimento, semelhante às deficiências de P e de Mg. Folhas novas apresentam o limbo verde – amarelo, sobre o qual destaca-se o reticulado verde das nervuras, porém, mais grosso que no caso do Fe (SMITH & SCUDER, 1952, citados por CHILDERS, 1966). Sua disponibilidade no solo é reduzida quando se realiza calagem e aplicação de altas doses de P (SILVA, 1997).

2.11. Cloro

O cloro encontra-se em quantidades relativamente grandes nos frutos de mangueiras.

O elemento pode apresentar efeitos tóxicos. PANDEY et alii, (1971) descreveram os sinais de toxicidade em folhas sendo que os primeiros sintomas



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

caracterizam-se pelo colapso dos tecidos e coloração vermelho tijolo das margens próximas ao ápice, nas folhas mais velhas. Já com uma toxicidade mais severa a lâmina foliar mostra-se quase inteiramente afetada.

O acúmulo de Ca, Mg e Na nas folhas sadias e nas com toxicidade de cloro foi semelhante ao do íon cloreto, em plantas das variedades Chousa e da Dashehari. Mas o K em folhas com toxicidade de cloro apresentou teor inferior, comparado com o das folhas sadias (PANDEY et alii, 1971).

2.12. Zinco

Trata-se de um micronutriente essencial à síntese de triptofano, que irá originar a enzima AIA, que, por sua vez, está associada ao volume celular. Assim, plantas deficientes apresentam células menores e em menor número, ocorrendo o encurtamento de internódios, além de o limbo foliar aumentar a sua espessura e ficar quebradiço.

Os distúrbios denominados malformação floral ou “embonecamento” e malformação vegetativa ou “Vassoura de bruxa”, podem, em parte, estar associados à deficiência também de Zn, uma vez que as plantas emitem panículas pequenas, com formas irregulares, múltiplas e deformadas (SILVA, 1997)

Os sintomas foliares 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 $ZnSO_4$ ou de defensivos com esse elemento podem corrigir a deficiência.

No caso de deficiência severa, pode ocorrer a morte de folhas, bem como anormalidades nas panículas podem ser evidentes (RHUEHLE e LEDIN, 1955; CHILDERS, 1966).

Folhas de mangueiras maduras pelo menos 20 mg/dm^3 de zinco. Sintomas de deficiência tornam-se aparentes quando o teor de zinco cai abaixo de 20 mg/dm^3 (GEUS, 1964; CHILDERS, 1966).



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Solos calcários e calagens pesadas podem provocar ou agravar deficiência de Zn assim como adubações fosfatadas abundantes (RUELE & LEDIN, 1955; GEUS, 1973).

2. 13. Níquel

Em 1975 foi descoberto que o níquel é um componente da enzima urease, que está presente em grande número de espécies de plantas.

Quando a planta está em deficiência de níquel, o crescimento é afetado. O metabolismo do N e a absorção do Fe são afetados. O Ni pode exercer papel na síntese de fitoalexinas e resistência da planta a doenças (BROWN et al., 1987).



3 – AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA MANGUIERA TOMMY ATKINS PELO DRIS E DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

PINTO (2002) realizou trabalho com o objetivo de avaliar o estado nutricional de mangueiras Tommy Atkins cultivadas na região do Submédio São Francisco (BA e PE – Brasil), por meio do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS (PINTO et al., 2000).



Em 63 pomares da região foram retiradas amostras de solos e de folhas. De acordo com a produtividade, os pomares foram divididos em duas subamostras. Em 38 desses pomares realizou-se, também, a análise de frutos para a avaliação da qualidade na colheita e na pós-colheita.

Dezessete pomares de alta produtividade (≥ 250 kg/planta) foram utilizados como referência na obtenção das normas de teores foliares de nutrientes (médias, desvios padrão e coeficientes de variação).

A aplicação de micronutrientes, como fertilizantes ou defensivos, nos pomares amostrados, parece ser um importante componente dos desequilíbrios nutricionais observados.

As maiores limitações foram observadas por desequilíbrios devidos a deficiência na seguinte ordem: $B > Cu = Zn > Ca > N > Fe > Mn > P > K = Mg$, nos pomares de baixa produtividade ordem: $Mg > K = Cu = Fe > Ca = B > Mn = Zn = N = P$, nos pomares de alta produtividade ou por excesso, na seguinte ordem: $Fe > K = Mg = Cu = Zn > Ca = B > Mn > N = P$, nos pomares de alta produtividade e $Fe > P > Cu > Zn > Mn = K > B > Mg > N > Ca$, nos pomares de baixa produtividade.

Em termos de macronutrientes, a maior frequência de limitações por excesso foi observada para o P, nos pomares de baixa produtividade.

As relações entre características químicas e físicas de solos, o estado nutricional das árvores e a qualidade pós-colheita de frutos indicaram que maiores



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

teores de P e de B favoreceram maior pigmentação desejável na casca dos frutos, enquanto que os de Na prejudicaram a pigmentação.

O uso intensivo de fertilizantes fosfatados pode estar gerando desequilíbrios nutricionais em mangueiras na região em estudo.

Teores elevados de Ca e de Zn nas folhas induziram a produção de frutos com maior teor de sólidos solúveis totais na polpa.

Teores elevados de cálcio nas folhas contribuíram para a produção de frutos com menor acidez total titulável.

Os nutrientes P e B favoreceram maior intensidade de pigmentação da casca dos frutos, enquanto que o Na agiu de forma contrária.

Nas Tabela 1 e 2 - são apresentadas as normas de teores foliares para a cultura da mangueira Tommy Atkins no Submédio São Francisco.

Tabela 1- Teores médios de macronutrientes e de micronutrientes na matéria seca das folhas de mangueira Tommy Atkins em pomares de alta produtividade (PINTO, 2002)

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Teor	14,98	1,17	8,25	24,92	2,69	137,71	26,58	85,27	647,46	21,56

Tabela 2- Normas DRIS de teores foliares (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para a cultura da mangueira Tommy Atkins no Submédio São Francisco (PINTO, 2002; PINTO *et al.*, 2000)

Relação	Média	S	CV	R	Média	S	CV
N/P	11,5	4,48	38,96	Fe/K	15,03	9,71	64,58
P/N	0,10	0,04	38,5	K/Cu	0,56	0,64	113,1
N/K	1,72	0,42	24,6	Cu/K	7,21	11,25	155,98
K/N	0,61	0,16	25,77	Ca/Mg	8,67	3,85	44,46
N/Ca	0,69	0,22	31,86	Mg/Ca	0,13	0,05	35,64
Ca/N	1,59	0,56	34,97	Ca/B	0,23	0,12	51,38
N/Mg	5,54	1,47	26,58	B/Ca	5,39	2,55	47,3
Mg/N	0,19	0,06	28,74	Ca/Zn	1,88	2,29	121,71
N/B	0,16	0,1	65,44	Zn/Ca	1,08	0,84	77,58
B/N	8,49	4,9	57,64	Ca/Mn	0,04	0,03	66,6
N/Zn	1,18	1,41	119,33	Mn/Ca	31,33	16,27	51,92
Zn/N	1,55	1,08	69,53	Ca/Fe	0,28	0,23	82,64
N/Mn	0,03	0,02	67,53	Fe/Ca	5,83	3,82	65,48
Mn/N	47,16	24,7	52,38	Ca/Cu	1,45	1,79	123,38



Tabela 2- continuação

N/Fe	0,19	0,18	92,67	Cu/Ca	2,65	3,89	146,84
Fe/N	8,76	5,39	61,48	Mg/B	0,03	0,02	70,81
N/Cu	0,95	1,31	137,62	B/Mg	45,21	24,73	54,7
Cu/N	3,88	5,54	142,6	Mg/Zn	0,23	0,31	133,56
P/K	0,17	0,06	36,98	Zn/Mg	8,32	5,54	66,54
K/P	6,78	2,39	35,27	Mg/Mn	0,01	0,00	64,95
P/Ca	0,07	0,02	32,8	Mn/Mg	252,68	140,58	55,64
Ca/P	17,94	11,51	64,18	Mg/Fe	0,04	0,03	89,36
P/Mg	0,53	0,2	38	Fe/Mg	46,83	30,29	64,68
Mg/P	2,12	0,73	34,51	Mg/Cu	0,18	0,21	115,84
P/B	0,02	0,01	76,44	Cu/Mg	23,66	39,26	165,94
B/P	95,24	60,33	63,35	B/Zn	9,98	12,43	124,62
P/Zn	0,12	0,17	141,5	Zn/B	0,26	0,32	123,78
Zn/P	17,1	13,3	77,78	B/Mn	0,25	0,25	101,34
P/Mn	0,00	0,00	71,47	Mn/B	6,79	4,09	60,27
Mn/P	551,25	407,8	73,98	B/Fe	1,64	1,64	99,59
Fe/P	93,2	64,09	68,77	B/Cu	9,77	22,49	230,14
P/Cu	0,09	0,11	117,27	Cu/B	0,56	0,79	141,54
Cu/P	50,66	86,59	170,93	Zn/Fe	0,27	0,27	101,57
K/Ca	0,41	0,13	32,4	Fe/Zn	9,92	15,22	153,4
Ca/K	2,65	0,83	31,12	Zn/Cu	1,32	1,8	136,1
K/Mg	3,3	0,85	25,75	Cu/Zn	4,19	7,7	183,9
Mg/K	0,33	0,1	31,75	Mn/Zn	60,43	102,63	169,84
K/B	0,1	0,09	96,79	Zn/Mn	0,05	0,04	85,25
B/K	14,06	7,11	50,56	Mn/Fe	8,34	8,5	101,91
K/Zn	0,68	0,69	102,39	Fe/Mn	0,23	0,16	70,54
Zn/K	2,6	2,09	80,21	Mn/Cu	43,34	48,52	111,97
K/Mn	0,02	0,01	65,37	Cu/Mn	0,12	0,22	185,65
Mn/K	80,99	45,25	55,88	Fe/Cu	7,92	9,41	118,88
K/Fe	0,12	0,11	97,42	Cu/Fe	0,73	1,23	169,74

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).



I Simposio de Manga do Vale do São Francisco

Os teores foliares de P variaram de 0,80 a 2,20 g/kg e de 0,51 a 2,90 g/kg nos pomares de alta e de baixa produtividade, respectivamente, embora não se tenha encontrado correlação significativa entre os teores de P nas folhas e nos solos dos respectivos pomares.

O fósforo é exportado pela mangueira como o quinto elemento após o N, o K, o Ca e o Mg (QUAGGIO, 1996). As concentrações foliares mais altas de P, da ordem de 2,20 a 2,90 g/kg (88 % a 148 % superiores ao valor da norma foliar para este elemento -1,17 g/kg -, respectivamente) foram todas constatadas em pomares de baixa produtividade e em solos com altas concentrações de P disponível nas camadas de 0 – 20 cm e/ ou de 20 - 40 cm, notadamente na parte mais superficial, onde as concentrações se situaram de 56 a 155 mg dm⁻³, interpretados na região como altas (SILVA, et al., 2002). A aplicação de fósforo em excesso, além de ser antieconômica, pode promover antagonismo com outros nutrientes, do que pode resultar metabolismo vegetal anormal.

Tem-se constatado na cultura de citros doses crescentes de fósforo, promovendo modificações na disponibilidade de micronutrientes do solo. Doses menores que 100 kg/ha de superfosfato promovem uma absorção maior de B e de Zn e um decréscimo na absorção de Mn, de Fe e de Cu. Porém, com doses entre 100 e 300 kg/ha decrescem as quantidades absorvidas de B, Zn e Cu e aumentam as de Mn. Acima de 1000 kg/ha de superfosfato aumentam os teores de Fe e de Mn nas folhas das laranjeiras (BINGHAM, 1971, citado por PRIMAVESI, 1985).

STASSEN *et al.* (1997), trabalhando com mangueiras 'Sensation', enxertadas sobre 'Sabre', observaram que as mesmas, quando com 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 %). Esses dados sugerem que, embora as folhas constituam o compartimento da mangueira que proporcionalmente contenha 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.



Os teores foliares de Ca correlacionaram positivamente com os de argila total (0 – 20cm A e B), de pH em água (0 – 20 cm e 20 – 40 cm A), de Ca trocável (0 – 20 cm e 20 a 40 cm A e B) de Mg trocável (20 – 40 cm A), de K trocável (0 – 20 cm A), de soma de bases (0 – 20 cm A e B e 20 – 40 cm A), de t (0 – 20 cm e 20 a 40 cm A e B), o que é coerente, visto que na faixa de pH em que se encontra a maioria dos solos dos pomares ($x = 6,70$), os teores de argila total, Ca, Mg e K favorecem a absorção do elemento em questão, com posterior transporte para a parte aérea das árvores. Foi constatado que na subamostra de alta produtividade os coeficientes de correlação são sempre mais altos, possivelmente sinalizando para a necessidade de um melhor manejo do cálcio nos pomares de baixa produtividade.

A concentração de Mg nas folhas se correlacionou positivamente com as porcentagens de argila total (A), com os teores de Ca trocável (A), os de K trocável (A), os valores de SB e de t (A) e negativamente com os valores de pH em água (B), e com as concentrações de Ca, de Mg, de K e dos valores de SB e de t (B).

A diferença constatada entre as duas subamostras de plantas no que diz respeito ao Mg pode decorrer, possivelmente, de diferentes manejos dos pomares, ao se escolherem produtos e se procederem à adição de corretivos.

A correlação negativa verificada na subamostra B entre os teores de Mg na folha e o pH do solo pode ser resultado do uso de calcário calcítico (com menos de 50 g/kg de MgO) que, embora eleve o valor do pH do solo, não eleva consideravelmente a disponibilidade de Mg trocável no solo, desequilibrando ainda mais a relação Ca/Mg no solo desses pomares. Seria recomendável que cada produtor amostrasse e analisasse adequadamente o solo do pomar, procedendo, em seguida, a uma recomendação e aplicação adequada de calcário dolomítico, buscando alcançar uma relação Ca/Mg no solo em torno de pelo menos 2 a 3:1, conforme constatado nos pomares de alta produtividade.

Aplicações de potássio nos pomares da subamostra B em doses altas podem ter promovido desequilíbrios no balanço de cátions, reduzindo a absorção de Mg pela planta (inibição competitiva) com reflexos nos teores foliares desse nutriente. Raciocínio análogo ao empregado acima para o Ca e o Mg poderia



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

explicar as correlações negativas observadas entre Mg foliar e os valores de SB e de t.

3 -1 Avaliação de dez pomares de produtividade alta onde foram retiradas amostras de frutos

Os teores de argila total na camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade se situaram entre 4 e 36 %, sendo que em 80 % dos casos a textura é arenosa, exceto em 2 pomares, um Argissolo e outro Vertissolo, nos quais esse teor máximo é excedido.

A porosidade total variou de 39,08 a 52,17 %, o que é compatível com a textura predominantemente arenosa encontrada na maioria dos pomares.

A densidade do solo ao natural variou de 1,24 a 1,66 g/cm³, coerentemente com a textura dos solos e os baixos teores de matéria orgânica encontrados, da ordem de 0,48 a 1,67 dag/kg, indicando alguma compactação, menor estruturação, menor porosidade total e maiores restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Para a maioria dos solos dos pomares, os teores de cálcio e de magnésio trocáveis variaram de 1,14 a 3,32 e de 0,02 a 3,91 cmol_c/dm³, respectivamente. Dentre os solos considerados destaca-se a presença de um Vertissolo, cujos teores de cálcio trocável foram 20,84 e 23,32 cmol_c/dm³ e de magnésio trocável 2,64 e 3,29 cmol_c/dm³ nas camadas de 0 – 20 cm e de 20 – 40 cm de profundidade, respectivamente. Excetando o Vertissolo, os demais solos mostraram-se com teores de cálcio entre baixo e bom (0,41 a 0,40 cmol_c/dm³), enquanto que o magnésio entre muito baixo e muito bom ($\leq 0,15$ a $\geq 1,5$ cmol_c/dm³) (ALVAREZ V. *et al.*, 1999). Os teores de potássio trocável variaram de 0,08 a 0,72 cmol_c/dm³, interpretados como baixo (apenas 10%) a muito bom (ALVAREZ V. *et al.*, 1999) no restante dos pomares.

Os valores de pH em água variaram de 5,1 a 7,9, indicando uma acidez média a alcalinidade média, sendo que em 90 % dos casos, os valores situaram-se entre 6,4 e 7,1 (0-20 cm) e em 60 % dos casos, de 6,0 a 7,1 (20-40 cm) . A alcalinidade média foi constatada apenas no solo Vertissolo, originado de rocha calcária.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Os teores de sódio trocável situaram-se de 0,00 a 0,21 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, interpretados como de baixo a médio, aparentemente não prejudicando o desenvolvimento da cultura.

O cálcio é o macronutriente mais abundante nas folhas, seguido do nitrogênio, potássio, magnésio e do fósforo. Conforme STASSEN *et al.* (1997), mais de 40 % do cálcio total contido em árvores de mangueira Sensation está nas folhas.

Na polpa dos frutos os teores médios de nutrientes obedeceram à seguinte ordem decrescente: $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Na casca dos frutos os teores de nutrientes obedeceram à seguinte ordem: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Na} > \text{Mn} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$.

Quanto ao sódio, este não é considerado um nutriente essencial para a mangueira, não sendo aplicado ao solo mediante adubação, estando, entretanto, presente na forma trocável na maior parte dos solos da região do Semi-Árido do Nordeste, onde a precipitação pluviométrica média nos últimos 34 anos esteve em torno de 570 mm/ano, e o déficit hídrico ao redor de 2 000 mm/ano. Pela ascensão capilar dos sais no perfil de solo, o elemento acumula-se em maior ou menor proporção nos horizontes superficiais, sendo absorvido pelas árvores e translocado para a copa das mesmas, estando presente nos frutos colhidos na região em maior proporção do que aqueles colhidos em outros Estados da Federação, onde os índices pluviométricos são mais elevados. O sódio, no entanto, é tido como um elemento indispensável para o crescimento humano normal (MINDELL, 1986). É notável como a casca pode acumular tanto sódio (60 a 3400 mg/kg), enquanto que a polpa acumulou apenas de 1,00 a 100 mg/kg. Isso faz com que a parte comestível do fruto esteja preservada de excessos de sódio, indesejáveis para o consumo humano, quando em quantidade superior a 5,50 g por dia (MINDELL, 1986). Talvez seja esse um mecanismo de tolerância da planta, auxiliado pela transpiração. Os teores de P e de Mg foram os que menos variaram na folha, na casca e na polpa dos frutos. O magnésio ajuda no metabolismo do fosfato, havendo uma longa lista de enzimas e reações enzimáticas que requerem ou são fortemente promovidas pelo magnésio, como por exemplo glutation sintase e PEP carboxilase. O substrato para ATPases, assim como para PPases, é principalmente Mg-ATP do que ATP



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

livre. As concentrações de Mg^{++} livre afetam fortemente as reações de fosforilação. Também a síntese de ATP (fosforilação: $ADP + P_i \rightarrow ATP$) requer magnésio como um componente ligante entre ADP e a enzima (MARSCHNER, 1995). Assim, apesar da maior variabilidade entre os teores de fósforo no solo, o mesmo não acontecendo com os de magnésio, possivelmente devido à mencionada interação entre os nutrientes, foram baixos os desvios padrões dos seus teores na planta.

3-2 Qualidade de frutos

A ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) foi baixa nos frutos mantidos em sala de amadurecimento variando de 1,00 a 1,63, e de 1,00 a 2,00 nos frutos armazenados apenas na câmara fria. A mangueira Tommy Atkins é considerada resistente à antracnose (GALÁN SAÚCO, 1999), o que justifica a baixa incidência da doença nos frutos. A presença dessa doença pode reduzir a produção ou tornar os frutos de péssima aparência externa (BLEINROTH *et al.*, 1974), podendo provocar até a perda total da safra.

A firmeza da polpa de frutos mantidos em sala de amadurecimento diminuiu com o tempo de armazenamento, de modo expressivo entre a primeira determinação feita no dia da colheita e no tempo 10 e menos intensamente nos demais períodos de determinação.

Os valores médios de intensidade de cor da casca e da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento aumentaram com o tempo, devido as maiores temperaturas (em relação à condição em câmara fria) aumentarem as taxas de reações metabólicas, incluindo a respiração. Constatou-se uma perda de coloração verde devida à presença de clorofila, a qual tem sua estrutura degradada, dando lugar ou permitindo a expressão das antocianinas, as quais são solúveis em água, encontradas principalmente nos vacúolos celulares nas camadas epidérmicas, contribuindo com a coloração vermelho-púrpura (VILAS BOAS, 1999).

As médias de sólidos solúveis totais dos frutos armazenados em sala de amadurecimento, aumentaram com o tempo até 30 dias após a colheita com pequeno decréscimo em seguida, sendo os aumentos mais expressivos observados entre o tempo 0 e o de 10 dias após a colheita.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Entre as mudanças químicas durante o amadurecimento constata-se um drástico aumento de açúcares (SUBRAMANYAM *et al.*, 1975). Isso significa a formação, em alta proporção, de sólidos solúveis em mangas maduras.

A manga imatura contém principalmente amido e, em menor proporção, açúcares redutores (glicose + frutose), enquanto que frutos maduros contém mais açúcares não redutores (sacarose) (SUBRAMANYAM *et al.*, 1975).

Os valores médios da acidez titulável diminuíram com o aumento do tempo de armazenamento até 30 dias em sala de amadurecimento. Usualmente a acidez total é medida e expressa em termos de ácido cítrico ou ácido málico. Nos frutos dos pomares em estudo, os valores médios da acidez total titulável da polpa variaram de 1,09 a 0,33 dag/kg de ácido cítrico, entre o tempo 0 e o de 40 dias após a colheita, respectivamente, o que representa uma redução de cerca de 70 % com o amadurecimento (Quadro 25), indicando que a manga utiliza mais ácidos como substrato respiratório bem como para a produção de energia. Sendo os ácidos uma reserva de energia para o fruto, espera-se o seu declínio enquanto ocorre a maior atividade metabólica no amadurecimento (VILAS BOAS, 1999).

Os valores médios de pH da polpa de frutos submetidos ao armazenamento em sala de amadurecimento aumentaram de 3,30 a 4,13, entre o tempo 0 e o de 40 dias após a colheita, coerentemente com a redução da acidez da polpa no mesmo período.

A relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável relativa à polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento, aumentou do tempo 0 (dias) para o tempo 40 (dias) após a colheita, de 7,78 a 40,80, em função do aumento dos sólidos solúveis e redução da acidez titulável na polpa dos frutos.

As perdas de água pelos frutos armazenados em sala de amadurecimento aumentaram, em média, de 2,64 a 9,15 %, entre 10 e 40 dias de armazenamento, respectivamente. Quando os frutos foram armazenados em câmara de refrigeração ($10 \pm 1^\circ \text{C}$ e UR 90 a 95 %) as perdas de água foram menores, variando, em média, de 1,80 a 6,38 % aos 10 e aos 40 dias após a colheita, respectivamente.

O teor de água de frutos da mangueira é da ordem de 80 % e a perda de massa durante o transporte e o armazenamento pode ser considerável. Uma perda de massa de 5 a 10 % em frutos e hortaliças promove um visível enrugamento como



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

resultado de plasmólise celular (VILAS BOAS, 1999).

A perda de qualidade de frutos armazenados sob frio devida à podridão peduncular causada por *Lasiodiplodia theobromae* não foi expressiva, mesmo no tempo máximo de armazenamento considerado (40 dias).

Foi constatada uma correlação negativa entre os valores de pH (em água) do solo e a incidência de antracnose nos frutos armazenados em sala de amadurecimento logo após (0 dia) e aos 30 dias após a colheita. Também se verificou uma correlação negativa entre a incidência dessa doença em frutos armazenados em câmara fria e os teores de matéria orgânica do solo. A matéria orgânica age efetivamente na melhoria da sanidade vegetal, na medida em que produz substâncias agregantes do solo provê alimento para os organismos ativos na decomposição, produzindo antibióticos, aumentando a capacidade de troca de cátions e o poder tampão do solo (PRIMAVESI, 1987).

Na medida em que aumentou o teor de P disponível no solo, aumentaram os teores de B e de Na na casca dos frutos, também aumentando os valores de sólidos solúveis totais (sst) na polpa dos frutos.

Singh (1975), citado por SAMRA & ARORA (1997), pulverizando mangueiras 'Chausa' com uréia e superfosfato, cada um a 0,2 e 0,4 %, juntos ou individualmente, a intervalos de 4 meses, constataram, nos frutos colhidos, aumento, no tamanho, na acidez, no teor de ácido ascórbico e de sólidos solúveis totais.

Singh & Rajput (1977), citados por SAMRA & ARORA (1997), pulverizando mangueiras com $ZnSO_4$ na concentração 2 g/L a 8 g/L, obtiveram frutos com maiores teores de açúcares, de ácido ascórbico e de sólidos solúveis totais. Semelhantes resultados foram obtidos por Kumar & Kumar (1989), citados por SAMRA & ARORA (1997), pulverizando árvores do cultivar 'Dashehari' com $ZnSO_4$ na concentração de 10 g/L, sendo o tratamento com duas aplicações mais efetivo em relação à testemunha, reduzindo a deterioração dos frutos, aumentando o conteúdo de açúcares, baixando a acidez e aumentando ligeiramente o conteúdo de vitamina A.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Os teores de Ca nas folhas se correlacionaram positivamente com os valores de sólidos solúveis totais dos frutos (sstcf) e, negativamente, com os teores de Zn na polpa e com a acidez total titulável da polpa.

Conforme SOUZA & FERREIRA (1991), a calagem diminui a disponibilidade de Zn, quer pela elevação do pH do solo, quer pela formação de zincato de cálcio ou pela adsorção na superfície de carbonatos. Logo, os teores de Ca no solo, incrementados pela adição de calcário, os quais se correlacionaram positivamente ($r= 0,76^*$ e $r= 0,74^*$) com os teores de Ca nas folhas, podem ter favorecido menores teores de Zn na polpa dos frutos.

Os teores de Mn nas folhas se correlacionaram positivamente com os de Mn e de Mg na polpa dos frutos.

O Mg é ativador de muitas enzimas. Quase todas as enzimas fosforilativas, envolvidas na incorporação ou transferência de fósforo inorgânico (P_i), dependem da presença do Mg, que forma uma ponte entre o ATP ou o ADP e a molécula da enzima. Em algumas das reações de transferência, o Mg^{2+} pode ser substituído, ainda que com menor eficiência, pelo Mn^{2+} e outros cátions (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Metais alcalino – terrosos, tais como Ca e Mg, influenciam a absorção e o transporte de Mn nas plantas cultivadas (SRIVASTAVA & GUPTA, 1996).

Os teores de Zn nas folhas se correlacionaram negativamente com os teores de Fe na casca dos frutos.

O Fe tem uma relação antagonista com muitos metais pesados, tais como Zn, Mn, Cu, Co, Cr e Ni. Um nível excessivo desses metais induz deficiência de Fe nas plantas. Sendo de natureza similar à do Fe, Cu e Zn podem deslocar Fe de quelatos naturais, induzindo a sua deficiência. O íon Zn inibe fortemente a redução de Fe^{3+} a Fe^{2+} , afetando a absorção e a translocação desse nutriente (SRIVASTAVA & GUPTA, 1996).

Maiores teores de sódio nas folhas favoreceram menores perdas de água pelos frutos.

De acordo com MARSCHNER (1995) o sódio estimula o crescimento pelo efeito da expansão celular e sobre o balanço de água nas plantas. O sódio pode deslocar o K e sua contribuição para o potencial de soluto nos vacúolos e, conseqüentemente, gerar turgor e expansão celular. Maior suprimento de sódio



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

conduz a um melhor ajustamento osmótico. O sódio aumenta não só a área foliar, mas, também, o número de estômatos por unidade de área foliar. Quando o suprimento de água é limitado, o sódio melhora o balanço hídrico interno das plantas, via regulação estomatal.

Tais constatações podem justificar a menor perda de água pelos frutos melhor supridos com sódio.

A cor da casca de frutos armazenados em câmara fria correlacionou-se positivamente com os teores de boro na polpa (aos 10 dias), de fósforo nas folhas (aos 20 dias) e, negativamente com os teores de sódio na folha (aos 10 dias).

Durante o amadurecimento da manga Tommy Atkins, a clorofila é rapidamente degradada, enquanto antocianinas se acumulam (Medlicott *et al.*, 1986, citados por GOMEZ - LIM, 1997). Ao mesmo tempo, um aumento nos carotenóides totais pode ser detectado. A síntese de carotenóides em mangas envolve como precursores, ácido mevalónico (precursor do isopentenil pirofosfato II, unidade construtora básica de terpenóides) e geraniol (C₁₀ H₁₈ O) (Mattoo *et al.*, 1968, citados por GOMEZ - LIM, 1997), isto é, a rota isoprenoide. Esses dois compostos se acumulam antes da elevação climatérica, mas diminuem a concentração durante o período climatérico. Assim um concomitante incremento na atividade da fosfatase foi também observado por Mattoo *et al.* (1968), citados por GOMEZ - LIM (1997), concluindo que a atividade da fosfatase foi um importante fator regulador da produção de caroteno na manga. Este último processo parece ocorrer na casca e na polpa, acompanhado por mudanças na ultraestrutura de plastídeos (Parikh & Modi, 1990, citados por GOMEZ - LIM (1997).

De acordo com Lee *et al.*, 1987, citados por SCHAFFER *et al.* (1994), a cor da casca em frutos é devida a antocianinas que se desenvolvem quando os tecidos são expostos à luz. O papel das antocianinas não é plenamente entendido, embora se tenha sugerido que a mesma se desenvolve como quando um filme é exposto à radiação ultravioleta, ou como o produto do metabolismo de outros compostos flavonóides que são sintetizados no tecido.

Parece haver um envolvimento maior do P e do B, em relação a outros elementos, na expressão da cor da casca da manga Tommy Atkins. Quanto ao B e ao Na não se encontrou na literatura consultada explicação para as relações



observadas, devendo-se aprofundar os estudos objetivando esclarecer a sua participação no processo de coloração da casca.

4. CURVAS DE EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES POR FRUTOS DE MANGA PALMER

RIBEIRO et al. (2005) analisaram frutos de mangueira Palmer, cultivada no Norte de Minas Gerais, na localidade de Porteirinha. Os frutos, em vários estádios de crescimento, foram coletados em uma mesma planta, a fim de caracterizar as quantidades extraídas de nutrientes.

Os autores observaram: “Para as 12 classes de tamanhos de frutos obtiveram-se respectivamente as seguintes médias de massas frescas e secas de frutos de manga: 1,725 e 0,363; 3,925 e 0,675; 6,960 e 1,220; 18,775 e 2,750; 30,000 e 4,300; 52,625 e 7,200; 101,000 e 12,500; 131,825 e 18,325; 199,100 e 25,400; 338,200 e 34,033; 423,367 e 55,267; 582,800 e 109,300 g.

Os maiores teores de minerais ocorrem em frutos com menor massa (Figuras 5, 6, 7 e 8), o que explica-se pelo efeito de concentração de nutrientes. Com o crescimento dos frutos, os nutrientes diluíram-se, diminuindo as suas concentrações na maioria das situações.

Constatou-se uma semelhança tanto para teores quanto para conteúdos entre os nutrientes N e K (Figura 5). Como se sabe a absorção desses nutrientes ocorre por simporte, com a passagem simultânea de K^+ e NO_3^- ao simplasto mediada por proteínas carreadoras localizadas na membrana citoplasmática (MARSCHNER, 1995).

O conteúdo de Ca pouco elevou-se em frutos acima de 60 g de matéria seca. Como o Ca associa-se à desordem fisiológica “colapso interno dos frutos” é importante que, na prevenção desta, a planta tenha uma boa reserva interna do elemento e abasteça o dreno em estádios de crescimento inferior a 60 g. Ou seja, ações corretivas de deficiências nutricionais, comumente empregadas para Ca em manga, podem não surtir efeitos desejados em frutos maiores, uma vez que a retranslocação para tal órgão reduz-se à medida que este cresce.

Na maioria das situações, constatou-se uma rápida elevação nos teores e conteúdos de minerais em frutos contendo pouco acima de 30 g de matéria seca.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

Para o P, tal comportamento ocorreu em frutos com menor massa (Figura 6). Esse último nutriente também semelhante comportamento aos teores e conteúdos de S e Mg acumulados nos frutos.

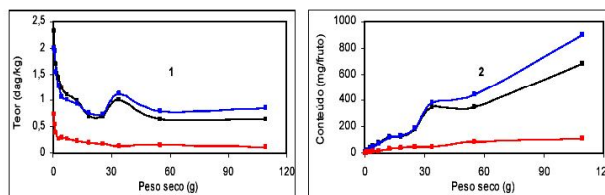


Figura 5 - Curvas para teor (1) e conteúdo (2) de N (-), K (-) e Ca (-) em manga Palmer

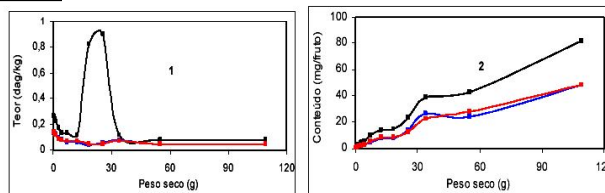


Figura 6 - Curvas para teor (1) e conteúdo (2) de P (-), S (-) e Mg (-) em manga Palmer

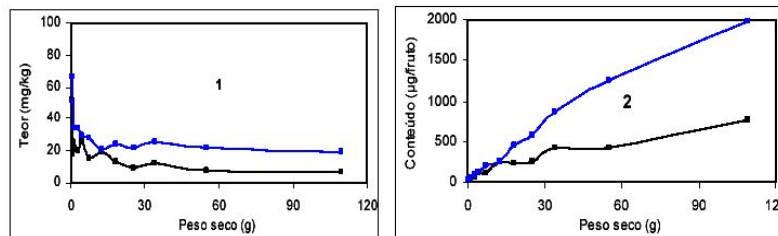
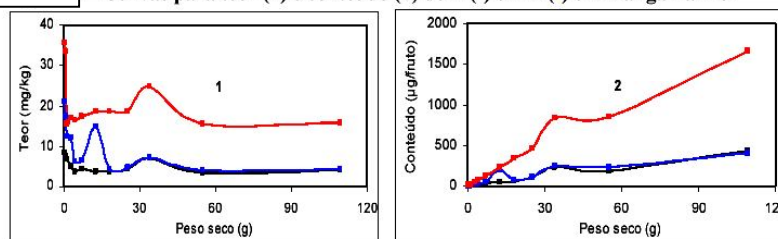


Figura 7 - Curvas para teor (1) e conteúdo (2) de B (-) e Mn (-) em manga Palmer



Ribeiro et al.
(2005)

Figura 8 - Curvas para teor (1) e conteúdo (2) de Cu (-), Zn (-) e Na (-) em manga Palmer

Constataram-se variações nos teores e conteúdos de minerais ao longo do aumento da biomassa da manga. Para atingir ao padrão de colheita, último estágio de crescimento avaliado, os conteúdos de minerais, em ordem decrescente, foram:



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

897 mg/fruto K; 683 N; 109 Ca; 82 P; 48 S e 48 Mg, em mg/fruto; e 1979 Mn; 1652 Na; 762 B; 442 Cu; 404 Zn, em µg/fruto”.



5. AMOSTRAGEM DE SOLOS E DE FOLHAS PARA ANÁLISE

PINTO (2002) retirou amostras foliares na semana anterior às pulverizações das copas com nitratos de potássio e, ou de cálcio, objetivando a quebra da dormência das gemas terminais, na porção mediana da copa, nos quatro pontos cardeais (QUAGGIO, 1996), no penúltimo lançamento dos ramos, em vinte e cinco árvores do talhão selecionado no total, **quatro folhas por árvore**, nos quatro pontos cardeais, na porção mediana da copa, perfazendo cem folhas por amostra composta, acondicionadas em saco de papel, e encaminhadas para análise em laboratório. Na mesma ocasião e sob a copa das mesmas árvores, em locais adubados e não adubados, foi feita **amostragem de solo**, às profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, empregando-se tubo metálico com 2,5 cm de diâmetro, baldes plásticos e sacos plásticos para acondicionamento das amostras.

6. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

O manejo da adubação da mangueira envolve três fases: 1) adubação de **plantio**; 2) adubação de **formação**; e 3) adubação de **produção** (SILVA & FARIA, 2005).

Adubação de plantio - Depende, essencialmente, da análise do solo. Os fertilizantes minerais e orgânicos são colocados na cova e misturados com a terra da própria cova, antes de se fazer o transplântio das mudas (Tabela 2).

Adubação de formação - As adubações minerais devem ser iniciadas a partir de 50 a 60 dias após o plantio, distribuindo-se os fertilizantes na área correspondente a projeção da copa, mantendo-se uma distância mínima de 20 cm do tronco da planta (Tabela 3)

Adubação de produção - A partir de três 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 destes sulcos deve ser limitada pela projeção da copa e pelo bulbo molhado, por ser esta a



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

região com maior concentração de raízes (Tabela 4). Após a colheita, se aplica 50% do nitrogênio, 100% de fósforo e 25% do potássio. Antes da indução, se aplica 20% do potássio. Na floração, se aplica 15% do potássio. Após pegamento dos frutos, se aplica 30% do nitrogênio e 15% do potássio. Cinquenta dias após o pegamento dos frutos, se aplica 20% do nitrogênio e 15% do potássio.

Adubação orgânica - Aplicar 20 a 30 L de esterco por cova no plantio, pelo menos uma vez por ano.

Adubação com micronutrientes - As deficiências mais comuns de micronutrientes que ocorrem na mangueira são de zinco e boro. A correção dessas deficiências poderá ser realizada por meio da aplicação de fertilizantes ao solo ou via foliar, em função dos resultados de análise foliar e de solo.

Fornecimento de cálcio - Considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso na superfície, sem incorporação, após a calagem e antes da adubação.

Tabela 3. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para a adubação de plantio e formação da mangueira irrigada no semi-árido

Adubação ¹	N g/cova	P solo, mg dm ⁻³				K solo, mmol _c dm ⁻³				
		<10	10-20	21-40	> 40	<1,6	1,6-3,0	3,1-4,5	>4,5	
		P ₂ O ₅ , g/cova				K ₂ O, g/cova				
Plantio	-	250	150	120	80	-	-	-	-	
Formação	0-12 meses	150	-	-	-	80	60	40	20	
	13-24 meses	210	160	120	80	40	120	100	80	60
	25-30 meses	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 neste período, realizar análise foliar, principalmente se for fazer a indução floral entre 30 e 36 meses.



Tabela 4. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para a adubação produção da mangueira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes

Produtividade esperada	N nas folhas, g kg ⁻¹				P solo, mg dm ⁻³				K solo, 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	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

Usar como fonte de P o superfosfato simples no sentido de disponibilizar maior quantidade de cálcio para as plantas, o que também poderia ser conseguido com a aplicação de nitrato de cálcio na fase de quebra de dormência das gemas florais.

Fonte: SILVA, et al. (2002).

Tem-se recomendado, conforme a necessidade de micronutrientes manifesta pela cultura, calda contendo: Uréia 0,3 a 0,5 %; Sulfato de zinco 0,5%; Sulfato de manganês 0,25 % e Ácido bórico 0,2 %. Esta calda deve ter pH entre 5,0 e 5,5. Recomenda-se sua aplicação pouco antes da floração, quando já se observam os primórdios florais e durante o período de crescimento das plantas, de preferência quando houver um fluxo novo de brotação (QUAGGIO, 1996).



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. DE N.; BARROS, N. F. DE; CANTARUTTI, R. B. & LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação/Antonio Carlos Ribeiro, Paulo T. G. Guimarães, Victor H. A. V., editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

BEAR, F.E. & TOTH, S.J. Influence of Ca on availability of other soil cations. Soil Sci., 65:69-75, 1948.

BLEINROTH, E. W.; HANSEN, N. A. & SHIROSE, I. Tratamento fitossanitário de manga após a colheita. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 5, p. 1185-1197. 1974.

BROWN, P. H. ;WELCH, R. M. & CARY, E. E. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. Plant Physiology, 85, 801-803. 1987.

CAVALCANTI, F. J. de A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aprox.) 2 ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198p.

CHAUDHARY, S. K. and NAURIYAL, J. P. Effect of deficiency of calcium, magnesium and sulphur on the uptake of other nutrients in mango. Acta Horticulturae 231, 296-300. 1985.

CHILDERS, N. F. Fruit Nutrition - Temperate to tropical. New Jersey. Horticultural Publications, 1966. 888p.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. das C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F.L.; LIMA, D. M. distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. Jaboticabal, Rev. Bras. Frutic., v. 23, no.2, Agosto 2001.

CRACKNELL TORRES, A.; GALÁN SAÚCO, V. The study of the problem of mango (*Mangifera indica* L.) internal breakdown. Acta Hort. (ISHS) 645:167-174, 2004.

EPISTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas; tradução e notas |de| E. Malavolta, Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos, São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 344p.

FAOSTAT Database. Disponível em <http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=%3E862&Items=571&Elements=51&Years=2004&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=&Domain=SUA&ItemTypes=Production.Crops.Primary&language=EN>; Acesso em 20.09.05.

GALÁN SAÚCO, V. El cultivo del mango. Madrid,... Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 298p.

GOMEZ – LIM, M. A. Post harvest physiology. In: LITZ , R. E. The mango: botany, production and uses. New York, CAB International, 425 – 445p. 1997.

GEUS, J. D. De. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. Stikstof, 8:41-64, 1964.

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, 36:155-164, 1977.

JACOB, A.; UEXKULL, H. Von Fertilizer use-nutrition and manuring of tropical crops. Hannover, Centre d'Erude de Azote, 1958. 491p.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

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.

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. Rev. Bras. de Frutic., Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, abr. 1996.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Interpretação de análise de solo – conceitos e aplicações. 3ed. Comitê de Pesquisa/Técnica/ANDA, S. Paulo, 1989, 64p.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of higher Plants. London, Academic Press Inc., 1995.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 655p.

MINDELL, E. Guia das vitaminas. S. Paulo, Editora Abril, 1986. 322p.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S. Resposta do feijoeiro a relações variáveis entre cálcio e magnésio na capacidade de troca de cátions de latossolos. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.27, no.5, Viçosa. Sept./Oct. 2003.

PANDEY, R. M.; SINHA, G. C.; MAJUNDER, P. K.; SINGH, R. N. Mango decline caused by cation and anion imbalance. CurrentScience, New Delhi, 40:356-57, 1971.

PINTO, P. A. da C. Avaliação do Estado Nutricional da Mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós – colheita de frutos no Submédio São Francisco. Viçosa: UFV, 2002. 124p. (Tese de doutorado)

[http://geocities.yahoo.com.br/pacostapinto;](http://geocities.yahoo.com.br/pacostapinto)



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

PINTO, P. A. DA C.; DIAS, L. E.; CHOUDHURY, M. M.; ALVAREZ V. , V. H. Avaliação do estado nutricional da mangueira com o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) no Submédio São Francisco, BA – PE: I - estabelecimento das normas DRIS. Salvador, BA, Resumos do II Seminário de Pesquisa da Universidade do Estado da Bahia, UNEB. 29.11 a 01.12.00.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 8 ed. São Paulo: Nobel, 1985. 541p.

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

RAJPUT, C. B. S.; SINGH, B. P.; MISHRA, H. P. Effects of foliar application of boron on mango. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 5:311-13. 1976.

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

RIBEIRO, D. P.; PACHECO, D. D.; PINHO, D. B.; ANTUNES, P. D.; SOUZA, F. V.; MOREIRA, S. A.F.; MENDES, M. C. Curvas de extração de nutrientes por frutos de manga Palmer. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Recife, PE, 17 a 22 de julho de 2005. (CD ROM).

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



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

SCHAFFER, B.; LARSON, K. D.; SNYDER, G. H.; SANCHEZ, C. A. Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. *Hortscience*, 23 (3): 617 – 619, 1988.

SHEAR, C. B.; FAUST, M. Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Hort. Reviews*, 2: 142 – 163. 1980.

SILVA, C. R. de R. e Fruticultura tropical; mangicultura, tecnologia de produção. Lavras: UFLA/FAEP, 1997. p. 243-378.

SILVA, D.; FARIA, C. M. B. de. Nutrição, calagem e adubação. In: MOUCO, M. A. do C. Cultivo da Mangueira. http://www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spmanga/adubacao.htm

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, P. A. da C. P.; PINTO, A. C. de Q.; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e adubação. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-221.

SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. São Paulo. Editora Agronômica Ceres. 1971. 531p.

SMITH, P. F.; SCUDDER, G. K. Some studies of mineral deficiency symptoms in mango. *Proceedings of the Americal Society for Horticultural Science*, 64: 243- 8, 1951.

SOUZA, E. C. A. de; FERREIRA, M. E. Zinco. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. ANAIS...Piracicaba: POTAFOS; CNPq, 1991. p. 219-242.

SRIVASTAVA, P. C. ; GUPTA, U. C. Trace elements crop production. Lebanon, Science Publishers, Inc., 1996. 356p.



I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco

STASSEM, P. J. C.; VUUREN, B. H. P. J. Van; DAVIE, S. J. Macro elements in mango trees: uptake and distribution. S. A. Mango Grower's Association Yearbook, vol. 17, 16 – 19 p., 1997.

SUBRAMANYAM, H.; KRISHNAMURTHY, S.; PARPIA, H. A. B. Physiology and biochemistry of mango fruit. Adv. Food Rev., v. 21, p. 223-305, 1975.

VILAS BOAS, E. V. de B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 71p. (Curso de Pós-Graduação "Lato sensu" Especialização à distância: Pós-colheita de Frutos e Hortaliças – Manutenção e Qualidade).