

Capítulo III - ESTADO NUTRICIONAL DA MANGUEIRA TOMMY ATKINS E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO: BA E PE

INTRODUÇÃO

A produção de manga no mundo, em 2001, foi da ordem de 25.104.058 t (FAO, 2002), sendo o Brasil, com uma área de 65.000 ha (IBGE, 2000), responsável por 1,73 % desse total, estando entre os dez principais produtores mundiais. A região do Vale no Submédio do rio São Francisco exportou nesse mesmo ano cerca de 100.000 t. Em 1998 as exportações de manga do Brasil renderam US\$ 32.517. 407 (Secex, citada por SOUZA, 1999).

O comércio de frutas é o segmento do mercado agrícola que apresenta maiores perspectivas de crescimento em curto prazo, por serem produtos alimentícios e fitoterápicos, cada vez mais recomendados para contrabalançar o alto consumo de gorduras e de carboidratos (CANDIANI,

1998).

A manga é uma boa fonte de antioxidantes (vitamina C e beta caroteno) e ácido pantotênico (vitamina B5); regulariza o metabolismo de hidratos de carbono e de aminoácidos. Uma única manga contém toda vitamina C que uma pessoa necessita para um dia, 2/3 das necessidades de vitamina A, quase a metade das necessidades diárias de vitamina E, uma quarta parte de fibra e uma combinação de minerais, entre os quais o ferro e o potássio. Além disso, na manga estão presentes importantes quantidades de cálcio, de fósforo, de tiamina (Vitamina B1), riboflavina (Vitamina B2), niacina (Vitamina B3), metionina e triptófano (GALÁN SAÚCO, 1999).

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

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

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

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

manga de qualidade (CUNHA *et al.*, 1994).

A qualidade vem sendo muito enfocada em todos os aspectos da vida humana desde o final do século passado, extrapolando os aspectos alimentares dos consumidores e é cada vez mais requerida e normalizada (MONTEIRO *et al.*, 1996), a exemplo da ISO 9 000 (gestão de qualidade) e da ISO 14 000 (gestão ambiental).

Os critérios de qualidade exigidos pelos países importadores tornam-se cada vez mais rigorosos, sendo necessárias ações que busquem satisfazê-los. Do contrário, se estará fora dos mercados que melhor remuneram o trabalho e as safras obtidas. Nesse aspecto, muitos importadores, ao fiscalizarem as fazendas exportadoras, verificam mínimos detalhes, sobretudo na busca de sistema que valorize o trabalhador e não polua os frutos e o meio ambiente.

Qualidade é a propriedade, atributo ou condições das coisas ou das pessoas, capaz de distingui-las das outras e de lhes determinar a natureza (FERREIRA, 1975). Sob o ponto de vista da nutrição mineral nos produtos agrícolas, a qualidade deve ser analisada sob os aspectos: sabor, aparência e qualidade biológica. Esta última é expressa pelos valores alimentares necessários à manutenção da vida, como as proteínas, as vitaminas e os sais minerais. A qualidade biológica que o consumidor não vê e muitas vezes não presta atenção é essencial para a manutenção da vida.

Somente a alta qualidade de frutos, produzidos livres de pragas, doenças e distúrbios fisiológicos, é capaz de conquistar novos mercados. Os países importadores de frutas frescas fazem rigorosas restrições à entrada de frutas portadoras de organismos exóticos que possam representar risco para a agricultura dos países importadores. Outra restrição importante diz respeito aos agrotóxicos utilizados na fase de produção das frutas e aos seus resíduos, os quais são objeto de vigilância permanente (CUNHA *et al.*, 1994). Considerando - se a estreita relação existente entre estado nutricional e o estado fitossanitário, e as exigências dos importadores no que se relaciona ao uso indevido de agrotóxicos, tem-se uma razão forte para se

buscar os melhores equilíbrios nutricionais para as culturas, objetivando-se a redução do uso de agrotóxicos, com a obtenção de frutos de mais alta qualidade biológica e maior valor de comercialização.

A qualidade final da manga depende não somente dos processos fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento dos frutos e maturação, mas, também, dos processos de colheita e de manejo pós-colheita.

Estudando a extração de nutrientes por frutos das variedades de manga Haden, Sensation, Tommy Atkins e Edward, HAAG et al. (1990) verificaram que a extração de nutrientes pelas variedades, em ordem decrescente era: Haden > Tommy Atkins > Edward > Sensation. Observaram que os macronutrientes são requeridos em quantidades semelhantes pelas variedades, enquanto que alguns micronutrientes tais como Cu, Fe e Mn, e, de um modo especial o Zn, são exigidos em quantidades diferentes pelas variedades.

O presente trabalho tem como objetivo relacionar o estado nutricional de mangueiras Tommy Atkins cultivadas no Submédio São Francisco, com características físicas e químicas de solos e a qualidade dos frutos na colheita e na pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de 1997 a 1999, 63 pomares comerciais de mangueira 'Tommy Atkins' com sete ou mais anos de idade, foram avaliados quanto à sua produtividade, teores foliares de nutrientes e características físicas e químicas de solos. Em 38 pomares, amostras de frutos foram tomadas para a determinação de algumas características físicas e químicas e ocorrência de doenças.

Os frutos foram amostrados na quantidade de duas caixas plásticas de colheita para cada pomar, cada uma com capacidade para 25 kg de frutos, colhidos no ponto de maturação 2 ou 3 (2, quando a polpa apresenta pigmentação amarela em até 30 % e 3, quando a polpa é amarela entre 30 e

60 %), conforme empregado na região para fins de exportação para os mercados dos EUA e da Europa. Essa classificação foi determinada pela Associação de Empacotadores e Exportadores de Manga do México – EMEX, que classifica a maturação da manga numa escala de 1 a 5, critério que vem sendo adotado pelos produtores na Região, conforme a Figura 11.

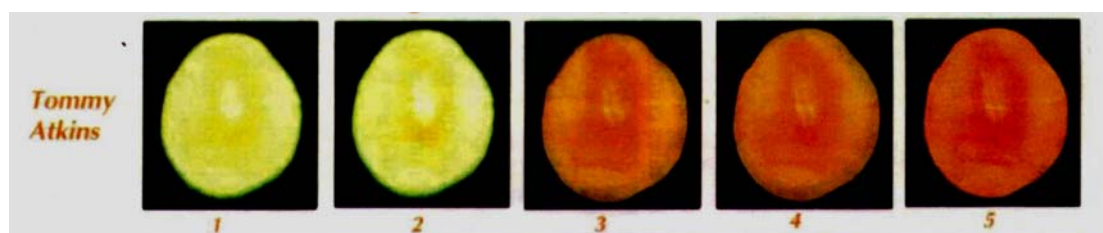


Figura 11. Carta de cores da polpa para a manga Tommy Atkins de exportação no México (GALÁN SAÚCO, 1999).

Os frutos foram conduzidos até o laboratório de Pós-Colheita do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido (CPATSA/EMBRAPA), onde foram lavados com água corrente e secados com flanela limpa. Em seguida foram classificados, acondicionados em caixas de papelão ondulado telescópico, com dimensões de 47 x 28 x 11 cm, com capacidade para 6 kg de frutos, sendo metade das caixas armazenadas em câmara fria ($10 \pm 1^\circ \text{C}$, UR = 90 a 95 %) e metade em sala de amadurecimento ($20^\circ \pm 1^\circ \text{C}$ e 55-60 % UR), exceto uma caixa de cada tratamento, cuja qualidade foi analisada de imediato (tratamento zero dia após a colheita).

Obedeceu-se a um cronograma de análises, de modo que, ao se retirar uma amostra armazenada em câmara fria para ser analisada, retirava-se também uma amostra para armazenamento em sala de amadurecimento onde ficava durante sete dias até a sua análise. Decorridos dez dias após a colheita, duas caixas foram retiradas da câmara fria, uma tendo os frutos analisados de imediato e a outra ficando armazenada durante 7 dias na sala de

amadurecimento, após o que os frutos foram analisados. Igual procedimento foi adotado aos vinte, aos trinta e aos quarenta dias após a colheita. Os frutos armazenados em câmara fria e na sala de amadurecimento foram avaliados quanto a:

- 1) Perda de massa, por meio de método gravimétrico. Cada amostra submetida apenas ao armazenamento em câmara fria foi pesada duas vezes. A primeira pesagem ocorreu no dia da chegada da amostra ao laboratório, e a segunda, no dia da análise. As amostras submetidas ao armazenamento em sala de amadurecimento foram pesadas três vezes: na chegada da amostra ao laboratório; no dia em que a amostra era retirada da câmara fria e levada à sala de amadurecimento, e no dia da análise;
- 2) Aparência dos frutos (notas: 1, quando os defeitos na casca – arranhões, manchas, danos causados por insetos - estão entre 0 a 5; 2, de 5,1 a 15, 3; de 15,1 a 25, 4; de 25,1 a 50, 5; de 50,1 a 75 e 6, de 75,1 a 100 %), conforme critério adotado pelo Laboratório de Pós-Colheita do CPATSA/EMBRAPA;
- 3) Resistência da polpa à pressão, mediante o uso de penetrômetro, com diâmetro de ponteira igual a 0,8 cm, 2,6 cm de altura, efetuando-se duas medições sobre a polpa, após a retirada da casca, uma no ombro dorsal e outra no ombro ventral;
- 4) Coloração da casca (nota 1, quando o fruto possui uma área de coloração vermelha de 1-10; 2, quando de 11-25; 3, quando de 26-50, 4, quando de 51-75; 5, quando de 76-90 e, 6, quando com mais de 90% de coloração vermelha), segundo critério adotado pelo Laboratório de Pós-Colheita

do CPATSA/EMBRAPA;

- 5) Pigmentação da polpa na pós-colheita, atribuindo-se notas conforme a porcentagem de área colorida (nota = 1, se totalmente branca; nota = 2, se começando a intensificar-se a cor amarela; nota = 3, se a cor bege for predominante; nota = 4, se de cor totalmente amarela; nota = 5, se a cor de abóbora começa a intensificar-se e, nota = 6, se totalmente cor de abóbora), conforme critério adotado pelo Laboratório de Pós-Colheita do CPATSA/EMBRAPA;
- 6) pH da polpa, mediante uso de pHmetro, após trituração da polpa com água destilada em liquidificador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985);
- 7) Acidez total titulável, determinada utilizando-se 10 g da polpa dos frutos triturada em liquidificador e transferida para erlenmeyer de 250 mL, ao qual foram acrescentados 100 mL de água destilada e 3 gotas de solução de fenolftaleína 0,1 g/100 mL de etanol, em seguida titulando-se com NaOH 0,1 mol/L. A acidez foi expressa em miligramas de ácido cítrico por 100 g de polpa, conforme o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985);
- 8) Sólidos solúveis totais (SST), determinados mediante o uso de refratômetro;
- 9) Relação entre sólidos solúveis totais/acidez total titulável, SST/ATT;
- 10) Ocorrência de doenças (podridão basal e antracnose) no mesmo dia da chegada da amostra ao laboratório e após os demais tempos de armazenamento em câmara fria ou em sala de amadurecimento, atribuindo-se notas (1, quando a área afetada na casca está entre 0 a 5%; 2, se de 5,1 a 15; 3, se de 15,1 a 25; 4, se de 25,1 a 50; 5, se de 50,1 a 75 e 6, se de 75,1 a 100 %) conforme critério adotado pelo

Laboratório de Pós-Colheita do CPATSA/EMBRAPA;

As amostras de solos, retiradas às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, foram secas ao ar, destorroadas com rolo de madeira e passadas em peneira de 2,0 mm de malha.

Foram determinados os teores de cálcio e magnésio trocáveis (extraídos com KCl 1mol/L e titulados com EDTA 0,0125 mol/L), de potássio e de sódio trocáveis (extraídos com Mehlich 1 e determinados por fotometria de chama), fósforo disponível (extraído com Mehlich 1 e determinado espectrofotometricamente por meio da leitura da intensidade da cor azul do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico), pH em água (em suspensão solo:água na proporção 1:2,5), carbono orgânico (método volumétrico pelo bicromato de potássio e determinado mediante titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 mol/L); a matéria orgânica foi determinada pela fórmula: M.O. (%) = Carbono orgânico (%) x 1,724, conforme descrito por SILVA (1999). A soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions efetiva ($CTC_{ef} = t = SB + Al^{3+}$), a saturação por alumínio ($m = 100 \cdot Al^{3+} / t$). O teor de argila total em % foi determinado utilizando-se como dispersante o NaOH 1 mol/L. A densidade do solo e a porosidade total (densidade de partícula – densidade do solo x 100/ densidade de partícula) foram determinados conforme EMBRAPA (1997).

Estudo de correlação entre características do solo, de teores foliares de nutrientes e de produtividade nas duas subamostras de alta e de baixa produtividade.

Com os resultados de análise de solos e de folhas dos pomares de

alta (≥ 250 kg/planta; 17 pomares) e de baixa (< 250 kg/planta; 46 pomares) produtividade, procedeu-se a um estudo de correlação, empregando-se o Statistical Analysis System (SAS) envolvendo: 1- **solos** – teores de cálcio, de magnésio, de potássio e de sódio trocáveis e de fósforo disponível, pH em água, soma de bases e capacidade de troca de cátions, argila total nas camadas de solo de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade e o teor de matéria orgânica na camada de solo de 20-40 cm de profundidade; 2- **folhas** - teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na; e 3- **produtividade** (t/ha, oportunamente transformada em kg/planta).

Estudo de correlação entre características do solo, teores foliares de nutrientes e características dos frutos de dez pomares de alta produtividade.

Entre os pomares da população de referência (> 250 kg/planta), cujos teores foliares de nutrientes foram empregados na obtenção das normas DRIS, dez dos que tiveram seus frutos analisados foram considerados para a análise de correlação de Pearson, empregando-se o Statistical Analysis System (SAS), entre as seguintes variáveis de solos, folhas e frutos: 1- **Solos**: teores de cálcio e de magnésio, de potássio e de sódio trocáveis, de fósforo disponível, pH em água, argila total nas camadas de solo de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade, porcentagem de matéria orgânica na camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade; densidade natural do solo ou de volume e porosidade nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade; 2- **Folhas**: teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na ; 3 – **Frutos**: resistência da polpa de frutos, armazenados em sala de amadurecimento, à ação do penetrômetro, de imediato, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a colheita (pensa0, pensa10, pensa20, pensa30, pensa40); cor da polpa de frutos mantidos sob armazenamento em sala de amadurecimento (cpsa0, cpsa10, cpsa20, cpsa30, cpsa40); cor da casca de frutos mantidos em câmara fria (cccf0,

cccf10, cccf20, cccf30, cccf40) ou em sala de amadurecimento (ccsa0, ccsa10, ccsa20, ccsa30, ccsa40); sólidos solúveis totais determinados na polpa de frutos mantidos em sala de amadurecimento (sstsa0, sstsa10, sstsa20, sstsa30, sstsa40); acidez total titulável da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (attsa0, attsa10, attsa20, attsa30, attsa40); pH da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (pHsa0, pHsa10, pHsa20, pHsa30, pHsa40); relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável em polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (sstsa/attsa0, sstsa/attsa10, sstsa/attsa20, sstsa/attsa30, sstsa/attsa40); perda de água pelos frutos mantidos em câmara fria (pacf10, pacf20, pacf30, pacf40); incidência de antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos armazenados em câmara fria (antcf0, antcf10, antcf20, antcf30 e antcf40) e em sala de amadurecimento (antsa0, antsa10, antsa20, antsa30 e antsa40); podridão peduncular causada por *Lasiodiplodia theobromae* (ppcf); produtividade das árvores (prod).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 18 e 19 são apresentados os valores médios, mínimos, máximos e de desvio padrão de características de solos dos 17 pomares de mangueira Tommy Atkins de alta (A) produtividade e dos 46 pomares de baixa (B) produtividade. Entre as características de solo, o P disponível foi o que apresentou maiores valores de desvio padrão, enquanto que para os teores foliares, os maiores foram observados para os micronutrientes. Nos Quadros 20 e 21 são apresentados os coeficientes de correlação entre as características de solos e os teores de nutrientes nas folhas.

Quadro18- Valores médios, mínimos, máximos e de desvios padrões de características de solos de dezessete pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade (A) e de quarenta e seis pomares de baixa produtividade (B) no Submédio São Francisco

Característica	Média		Mínimo		Máximo		Desvio Padrão	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Ca 20	3,76	3,71	1,36	1,42	20,84	27,36	4,49	4,59
Ca 40	3,24	2,64	0,84	0,80	23,32	30,46	5,27	4,33
Mg 20	1,55	1,37	0,02	0,12	3,91	6,80	1,00	1,23
Mg 40	1,39	1,14	0,23	0,10	3,55	8,60	1,06	1,39
K 20	0,28	0,29	0,10	0,01	0,72	0,83	0,17	0,19
K 40	0,24	0,27	0,09	0,01	0,52	0,65	0,13	0,16
Pdisp 20	102,6	89,26	2,20	0,00	286,00	317,00	87,36	77,07
Pdisp 40	51,00	49,92	5,60	0,00	139,00	197,00	40,55	44,24
pHa 20	6,72	6,69	5,70	5,20	7,80	7,80	0,53	0,52
pHa 40	6,12	6,29	5,00	4,50	7,90	7,50	0,79	0,65
M.O. 20	1,08	1,05	0,38	0,40	1,70	1,72	0,40	0,34
Argtot 20	11,23	9,65	4,00	1,00	36,00	43,00	9,76	7,49
Argtot40	14,35	13,04	5,00	1,00	34,00	33,00	8,59	7,83
Na 20	0,04	0,03	0,00	0,00	0,18	0,18	0,05	0,04
Na 40	0,04	0,04	0,00	0,00	0,21	0,90	0,05	0,13
S20	5,64	5,00	2,19	1,99	24,38	31,12	5,12	4,43
S40	6,05	4,11	1,66	1,26	26,96	34,67	6,98	5,08
T20	5,69	5,09	2,20	1,99	24,40	31,13	5,12	4,42
T40	5,05	4,26	1,66	1,26	26,98	34,68	5,89	5,06
PST20	0,72	0,39	0,00	0,00	2,22	1,77	0,64	0,47
PST40	0,86	0,58	0,00	0,00	2,98	3,27	0,88	0,81
Al20	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,02	0,02
Al40	0,05	0,03	0,00	0,00	0,35	0,25	0,09	0,05

¹Cátions trocáveis (Ca, Mg, K, Na), Al trocável, S, T e V (cmolc/dm³); Pdisp (mg/dm³); M.O. (dag/kg); Arg tot (%); profundidades do solo consideradas: 0 – 20 e 20 – 40 cm.

Quadro 19 - Valores médios, mínimos, máximos e de desvios padrões de teores foliares de nutrientes e de produtividade de dezessete pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade (A) e de quarenta e seis pomares de baixa produtividade (B) no Submédio São Francisco.

Característica ¹	Média		Mínimo		Máximo		Desvio Padrão	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Nfol	14,73	14,68	11,80	8,80	18,70	19,00	2,27	2,63
Pfol	1,29	1,41	0,80	0,51	2,20	2,90	0,37	0,49
Kfol	8,44	8,79	4,00	4,50	12,40	11,70	1,18	1,71
Cafol	24,13	23,11	13,80	11,00	48,00	43,00	7,98	6,45

Continua...

Cont. Quadro 19

Característica ¹	Média		Mínimo		Máximo		Desvio Padrão	
Mgfol	2,70	2,74	1,00	1,50	6,00	4,00	1,03	0,59
Bfol	131,00	121,38	17,00	1,61	242,00	303,00	50,35	63,51
Cufol	38,87	50,35	3,40	2,00	150,00	381,00	36,22	85,59
Fefol	88,33	134,36	18,00	17,00	192,60	650,00	47,96	109,01
Mnfol	570,05	678,60	120,00	78,00	1150,00	1500,00	328,10	319,43
Znfol	19,26	21,54	3,00	2,00	69,90	50,00	16,37	12,33
Nafol	230,62	200,65	87,00	40,00	500,00	577,00	123,66	136,48
Prod	330,00	138,00	249,6	33,00	500,00	230,00	7,42	5,70

¹Teores foliares de macronutrientes (g/kg) e de micronutrientes (mg/kg); Prod. (kg/planta);

As concentrações foliares de N correlacionaram negativamente com a porcentagem de sódio trocável (PST 20) nos pomares de alta produtividade (A) (Quadro 20). Embora o sódio não seja um elemento de essencialidade comprovada para a mangueira, é absorvido em quantidades expressivas nas condições edáficas do Submédio São Francisco, o que é bem diferente das condições de clima e solo do Sul do País, podendo afetar negativamente a absorção do N, caso os cátions trocáveis Ca^{++} , Mg^{++} e K^{+} não estejam disponíveis no solo em proporções adequadas.

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).

Os teores de P nas folhas se correlacionaram negativamente com os valores de pH_a20 (B), pH_a40 (B) e com a produtividade das árvores (A e B) (Quadro 20).

Quadro 20 – Coeficientes de correlação significativos entre características de solos e teores de nutrientes em folhas de mangueira Tommy Atkins em pomares de baixa (B) e de alta (A) produtividade no Submédio São Francisco

	N fol		P fol		Ca fol		Mg fol	
	A	A	B		A	B	A	B
Argtot 20					0,55 *	0,33 *	0,54 *	
Argtot 40							0,51 *	

Continua...

Cont. Quadro 20

	N fol	P fol	Ca fol		Mg fol	
pHa 20		- 0,46 **	0,54 *		- 0,38 **	
pHa 40		- 0,46 **	0,59 *			
Ca20			0,74 ***	0,39 **	0,81 ****	- 0,43 **
Ca40			0,77 ***	0,47 ***	0,80 ***	- 0,36 *
Mg20						- 0,30 *
Mg40			0,54 *			
K20			0,63 **		0,55 *	- 0,38 **
S20			0,77 ***	0,44 **	0,75 ***	- 0,46 **
S40				0,45 **	0,61 **	- 0,39 **
t20			0,76 ***	0,43 **	0,74 ***	- 0,46 **
t40			0,78 ***	0,43 **	0,76 ***	- 0,39 **
PST20	- 0,49 *					
Prod		- 0,56 *	- 0,46 **			

*, **, ***: significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Os teores foliares de P variaram de 0,80 a 2,20 g/kg e de 0,51 a 2,90 g/kg (Quadro 19) nos pomares de alta (A) e de baixa (B) produtividade, respectivamente, embora não se tenha encontrado correlação significativa entre os teores de P nas folhas e nos solos dos respectivos pomares, quando se consideram as subamostras A e B no seu todo.

Quadro 21 – Coeficientes de correlação entre teores foliares de nutrientes e característica de solos em pomares de mangueira Tommy Atkins em pomares de baixa (B) e de alta (A) produtividade no Submédio São Francisco

Características	B fol		Mn fol
	A	B	A
Argtot 40	0,49 *		
pHa 40			- 0,51*
Ca 20	0,54 *		
Ca40	0,56 *		
Mg 20			
Ca fol	0,48 *	0,36 *	
Mg fol	0,64 **		
Al 20	- 0,48*		

Continua...

Cont. Quadro 21

Características	B fol	Mn fol
S 20	0,50 *	
T 20	0,48 *	
T 40	0,52 *	
V 20	0,53 *	

*, **, ***: significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

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 (Quadro 19) (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 (CAVALCANTI, 1998). 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 (\bar{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. Constatou-se que na subamostra de alta (A) 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 (B) (Quadro 20).

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) (Quadro 20).

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

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

Os teores de argila total (Argtot) na camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade se situaram entre 4 e 36 % (Quadro 22), sendo que em 80 % dos casos a textura é arenosa, exceto em 2 pomares, um Argissolo e outro Vertissolo.

A porosidade total variou de 39,08 a 52,17 % (Quadro 22), o que é compatível com a textura predominantemente arenosa encontrada na maioria dos pomares.

Quadro 22 - Valores máximos, médios, mínimos e de desvios padrões de características do solo de dez pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade no Submédio São Francisco

Característica ¹	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Ca 20	4,38	5,83	1,42	20,84
Ca 40	3,80	6,87	1,14	23,32
Mg 20	1,67	1,21	0,02	3,91

Continua...

Cont. Quadro 22

Característica ¹	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Mg 40	1,47	1,12	0,23	3,38
K 20	0,31	0,21	0,08	0,72
K 40	0,23	0,13	0,07	0,52
Pdisp 20	126,70	104,77	23,00	286,00
Pdisp 40	51,10	47,16	11,00	139,00
pHa 20	6,94	0,40	6,40	7,80
pHa 40	6,30	0,78	5,10	7,90
Morg 20	1,14	0,37	0,48	1,67
Dap 20	1,47	0,13	1,24	1,62
Dap 40	1,47	0,11	1,32	1,66
Poros 20	44,55	4,01	39,08	51,30
Poros 40	46,56	4,04	39,19	52,17
Argtot 20	11,90	9,71	4,00	36,00
Argtot 40	17,30	9,89	5,00	34,00
Na 20	0,04	0,06	0,00	0,18
Na 40	0,04	0,06	0,00	0,21

¹Cátions trocáveis (cmol_c/dm³); Pdisp (mg/dm³); M.O. (dag/kg); Dens. (g/cm³), Poros e Argtot (%).

A densidade do solo ao natural variou de 1,24 a 1,66 g/cm³ (Quadro 22), 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 (Quadro 22). 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. Excetuando 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 (Quadro 22).

Os valores de pH em água variaram de 5,10 a 7,9, indicando uma acidez média a alcalinidade média, sendo que em 90 % dos casos, os valores situaram-se entre 6,4 e 7,10 (0-20 cm) e em 60 % dos casos, de 6,0 a 7,10 (20-40 cm) (Quadro 22). A alcalinidade média foi constatada apenas no solo Vertissolo, originado de rocha calcária.

Os teores de sódio trocável situaram-se de 0,00 a 0,21cmol/dm³, interpretados como de baixo a médio, aparentemente não prejudicando o desenvolvimento da cultura (Quadro 22).

Os teores foliares mínimos, médios e máximos de macro e de micronutrientes constatados nas mangueiras dos dez pomares de alta produtividade estão no Quadro 23. 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. O desvio padrão entre os teores foliares de nutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: Mn > Na > Fe > B > Cu > Ca > Zn > K > N > Mg > P.

Quadro 23 - Valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões de características de folhas de dez pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade no Submédio São Francisco

Característica ¹	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
N fol	15,71	12,60	19,00	1,82
P fol	1,11	0,76	1,50	0,26
K fol	7,56	4,00	10,00	2,13
Ca fol	27,82	16,60	48,00	9,34
Mg fol	2,83	1,00	6,00	1,33
B fol	145,60	104,00	242,00	50,79
Cu fol	24,84	3,40	70,00	22,37
Fe fol	82,66	18,00	192,60	58,40
Mn fol	634,06	120,00	1150,00	335,63
Zn fol	18,86	9,00	35,00	9,08
Na fol	298,01	120,00	500,00	122,78

¹Macronutrientes (g/kg); Micronutrientes (mg/kg¹).

Na polpa dos frutos (Quadro 24) os teores médios de nutrientes

obedeceram à seguinte ordem decrescente: $K > N > P > Mg > Ca > Na > Fe > Mn > B > Zn > Cu$. Já o desvio padrão dos teores de nutrientes na polpa obedeceu à seguinte ordem decrescente: $Na > Fe > Mn > Zn > B > Cu > K > N > Ca > P > Mg$. Na casca dos frutos (Quadro 24) os teores de nutrientes obedeceram à seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg > P > Na > Mn > Fe > B > Zn > Cu$ e o desvio padrão a seguinte ordem decrescente: $Na > Mn > Fe > Zn > B > Cu > K > N > Ca > Mg > P$.

A maior variabilidade entre os teores de micronutrientes, do que entre os de macronutrientes encontrados na folha, na polpa e na casca de frutos de mangueira (Quadros 23 e 24) deve estar relacionada ao manejo diferenciado daqueles nutrientes nos pomares em apreço. 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 glutathione sintase e PEP carboxilase. O substrato para ATPases, assim como para PP_iases, é principalmente Mg-ATP do que ATP livre. As concentrações de Mg⁺⁺ livre afetam fortemente as reações de fosforilação. Também a síntese de ATP (fosforilação: ADP + P_i → 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 (Quadros 22 e 23).

Quadro 24- Valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões de teores de nutrientes na polpa e na casca de frutos de dez pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade no Submédio São Francisco

Característica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
N polp (g/kg)	5,88	3,00	8,40	1,75
P polp (g/kg)	0,90	0,56	1,31	0,25
K polp (g/kg)	6,20	4,00	9,5	2,17
Ca polp (g/kg)	0,50	0,05	2,50	0,74
Mg polp (g/kg)	0,79	0,55	1,16	0,19
Cu polp (mg/kg)	3,30	1,00	9,00	2,50
Fe polp (mg/kg)	28,90	12,00	71,00	18,28
Mn polp (mg/kg)	8,50	1,00	15,00	5,40
Zn polp (mg/kg)	6,70	1,00	13,00	4,29
B polp (mg/kg)	7,10	1,00	10,00	3,66
Na polp (mg/kg)	39,80	1,00	100,00	33,79
N casc (g/kg)	7,05	4,50	8,40	1,32
P casc (g/kg)	0,85	0,50	1,11	0,16
K casc (g/kg)	4,91	2,00	8,00	2,17
Ca casc (g/kg)	1,69	0,05	3,56	1,26
Mg casc (g/kg)	1,68	1,20	2,26	0,36
B casc (mg/kg)	18,00	8,00	27,00	6,09

Continua...

Cont. Quadro 24.

Cu casc (mg/kg)	4,30	1,00	8,00	2,40
Característica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Zn casc (mg/kg)	8,10	2,00	28,00	7,68
Mn casc (mg/kg)	40,30	9,00	97,00	29,53
Fe casc (mg/kg)	31,80	16,00	68,00	16,25
Na casc (mg/kg)	1.236,00	60,00	3.400,00	1.063,00

Qualidade de frutos

A ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) foi baixa nos frutos mantidos em sala de amadurecimento (Antsa), variando de 1,00 a 1,63, e de 1,00 a 2,00 nos frutos armazenados apenas na câmara fria (Antcf) (Quadro 25). 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 (pensa) diminuiu com o tempo de armazenamento, de modo expressivo entre a primeira determinação feita no dia da colheita e no tempo 10 (pensa 10), e menos intensamente nos demais períodos de determinação (Quadro 25).

Os valores médios de intensidade de cor da casca e da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento aumentaram com o tempo (Quadro 25), 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 (ssts) 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 (Quadro 25).

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).

Quadro 25- Valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões de características de frutos de dez pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade no Submédio São Francisco

Característica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
antsa 0 (nota)	1,06	1,00	1,63	0,20
antsa 10 (nota)	1,05	1,00	1,17	0,07
antsa 20 (nota)	1,14	1,00	1,63	0,19
antsa 30 (nota)	1,10	1,00	1,40	0,12
antsa 40 (nota)	1,17	1,00	1,60	0,20
antcf 0 (nota)	1,02	1,00	1,13	0,05
antcf 10 (nota)	1,04	1,00	1,14	0,06
antcf 20 (nota)	1,02	1,00	1,13	0,05
antcf 30 (nota)	1,02	1,00	1,13	0,05
antcf 40 (nota)	1,17	1,00	2,00	0,31
pensa 0 (kgf)	9,99	9,03	11,71	2,22
pensa 10 (kgf)	4,15	0,84	7,46	2,17
pensa 30 (kgf)	1,41	0,55	3,28	0,78
pensa 40 (kgf)	1,65	0,20	3,57	0,87
cpsa 0 (nota)	2,47	2,10	3,30	0,41
cpsa 10 (nota)	3,58	2,57	5,50	0,86
cpsa 20 (nota)	4,04	2,95	5,50	0,84

Continua...

Cont. Quadro 19

Característica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
cpsa 30 (nota)	4,32	3,43	5,44	0,76
cpsa 40 (nota)	4,49	2,90	5,85	1,03
sssa 0 (°Brix)	8,30	7,20	10,20	1,01
sssa 10 (°Brix)	12,58	10,60	14,40	1,35
sssa 20 (°Brix)	12,08	7,83	14,60	2,07
sssa 30 (°Brix)	13,20	10,20	16,00	1,89
sssa 40 (°Brix)	12,18	9,80	13,80	1,26
atsa 0 (g ácido/100g)	1,09	0,81	1,28	0,15
atsa 10 (g ácido/100g)	0,89	0,40	1,56	0,32
atsa 20 (g ácido/100g)	0,53	0,15	1,02	0,28
atsa 30 (g ácido/100g)	0,31	0,19	0,68	0,14
atsa 40 (g ácido/100g)	0,33	0,19	0,45	0,09
pHsa 0	3,30	3,20	3,60	0,13
pHsa 10	3,31	3,00	4,00	0,34
pHsa 20	3,83	3,10	5,10	0,52
pHsa 30	4,13	3,60	4,40	0,25
pHsa 40	4,13	3,90	4,60	0,23
sstsa/attsa 0	7,78	5,90	10,60	1,50
sstsa/attsa 10	16,29	7,03	33,40	7,63
sstsa/attsa 20	31,49	8,74	84,10	21,65
sstsa/attsa 30	49,35	17,90	71,40	17,17
sstsa/attsa 40	40,80	22,90	68,70	14,69
pasa 10 (g/100g)	2,64	1,48	8,43	2,08
pasa 20 (g/100g)	3,57	2,37	6,69	1,21
pasa 30 (g/100g)	6,02	0,70	19,34	5,01
pasa 40 (g/100g)	9,15	5,17	32,79	8,43
pacf 10 (g/100g)	1,80	1,29	2,48	0,37
pacf 20 (g/100g)	3,27	2,73	3,88	0,43
pacf 30 (g/100g)	4,67	3,35	7,06	1,30
pacf 40 (g/100g)	6,38	4,09	9,43	1,81
pbcf 40 (g/100g)	1,21	1,00	2,00	0,37
ccsa 0 (nota)	2,23	1,60	4,25	0,75
ccsa10 (nota)	2,84	2,10	3,80	0,54
ccsa 20 (nota)	3,38	2,00	5,86	1,11

Continua..

Cont. Quadro 25.

Característica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
ccsa30 (nota)	4,03	2,88	5,60	0,81
ccsa40 (nota)	4,12	2,88	5,86	0,96
cccf 0 (nota)	2,02	1,78	2,20	0,11
cccf 10 (nota)	1,95	1,63	2,14	0,15
cccf 20 (nota)	2,28	2,00	3,00	0,32
cccf 30 (nota)	2,63	2,10	3,33	0,44
cccf 40 (nota)	3,43	2,10	5,17	1,09
ppcf (nota)	1,21	0,37	1,00	2,00
prod (kg/planta)	368,1	274,0	500,0	6,98

Antsa, Antcf (notas a partir de 1, conforme a ocorrência); Ccsa, Cccf (notas de 1 a 6); Pasa e Pacf (%); Resistência da polpa de frutos à ação do penetrômetro, armazenados em sala de amadurecimento (pensa); cor da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (cpsa); cor da casca de frutos mantidos em câmara fria (cccf) ou em sala de amadurecimento (ccsa); sólidos solúveis totais determinados na polpa de frutos mantidos em sala de amadurecimento (sstsa); acidez total titulável da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (attsa); pH da polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (pHsa); relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável em polpa de frutos armazenados em sala de amadurecimento (sstsa/attsa); perda de água pelos frutos mantidos em câmara fria (pacf) e em sala de armazenamento (pasa); incidência de antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos armazenados em câmara fria (antcf) e em sala de amadurecimento (antsa); podridão peduncular causada por *Lasiodiplodia theobromae* em frutos armazenados em câmara fria (ppcf); produtividade/árvore (prod).

Os valores médios da acidez titulável (atsa) diminuíram com o aumento do tempo de armazenamento até 30 dias em sala de amadurecimento (Quadro 25). 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 (pHsa) 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 (Quadro 25).

A relação sólidos solúveis totais (sst)/acidez total titulável (att) (sstsa/attsa) 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 (Quadro 25).

As perdas de água pelos frutos armazenados em sala de amadurecimento (Pasa) aumentaram, em média, de 2,64 a 9,15 %, entre 10 e 40 dias de armazenamento, respectivamente (Quadro 25). Quando os frutos foram armazenados em câmara de refrigeração ($10 \pm 1^\circ \text{C}$ e UR 90 a 95 %) as perdas de água (pacf) foram menores, variando, em média, de 1,80 a 6,38 % aos 10 e aos 40 dias após a colheita, respectivamente (Quadro 25).

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 resultado de plasmólise celular (VILAS BOAS, 1999).

A perda de qualidade de frutos armazenados sob frio (Ppcf) devida à podridão peduncular causada por *Lasiodiplodia theobromae* não foi expressiva (Quadro 25), 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 (Quadro 26). 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 (Quadro 26). 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).

Quadro 26 - Coeficientes de correlação entre características de solos de folhas e de frutos de mangueira Tommy Atkins de dez pomares de alta produtividade no Submédio São Francisco

Característica	pHa20	pHa40	Morg20	Pdisp20	Pdisp40	Cafol	Mnfol	Znfol	Nafol
Mgpolp							0,65 *		
Mnpolp							0,65 *		
Znpolp						- 0,66 *			
Bcasc				0,78 *	0,77 *				
Fecasc								- 0,65 *	
Nacasc				0,79 **	0,84 **				
sssa 30				0,68 *					
sscf 0						0,80 *			
sscf 20						0,67 *			
sscf 30								0,78 *	
attsa 0						- 0,79 **			
attsa 10						- 0,68 *			
pasa 20									- 0,64 *
antisa 0		- 0,64 *							
antisa 30	- 0,65 *								
antcf 0			- 0,68 *						

*, **, ***: significativo a 5, 1 e 0,1 % de probabilidade, respectivamente.

À medida 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 (Quadro 26).

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 & Raijput (1977), citados por SAMRA & ARORA (1997), pulverizando mangueiras com ZnSO₄ 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.

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 (Quadro 24), podem ter favorecido menores teores de Zn na polpa dos frutos (Quadro 26).

Os teores de Mn nas folhas se correlacionaram positivamente com os de Mn e de Mg na polpa dos frutos (Quadro 26).

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 (Quadro 26).

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 (pasa) (Quadro 26).

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 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 (cccf) (Quadro 27) 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 mevalônico (precursor do isopentenil pirofosfato II, unidade construtora básica de terpenóides) e geraniol ($\text{C}_{10} \text{H}_{18} \text{O}$) (Mattoo *et al.*, 1968, citados por GOMEZ - LIM, 1997), isto é, a rota isoprenoide. Esses dois compostos se acumulam antes da elevação climática, mas diminuem a concentração durante o período climático. 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).

Quadro 27 - Coeficientes de correlações entre cor da casca de frutos de mangueira Tommy Atkins armazenados em câmara fria e teores de nutrientes em folha e na polpa de frutos de dez pomares de alta produtividade no Submédio São Francisco

COR DA CASCA	CORRELAÇÃO		
	P fol	B polp	Na fol
cccf 10		0,86 **	- 0,64 *
cccf 20	0,82 **		

*, **, ***: significativo a 5, 1 e 0,1 % de probabilidade, respectivamente.

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.

CONCLUSÕES

A fertilidade do solo e o estado nutricional da mangueira Tommy Atkins correlacionaram significativamente com a produtividade das árvores e com a qualidade dos frutos.

Maiores teores de P e de B em pomares de alta produtividade 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, enquanto que teores elevados de cálcio nas folhas contribuíram para a produção de frutos com menor acidez total titulável.