

EQUILÍBRIO NUTRICIONAL E DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’¹

JOSTON SIMÃO DE ASSIS², DAVI JOSÉ SILVA², PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE MORAES³

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito do equilíbrio nutricional sobre a incidência de distúrbios fisiológicos em manga ‘Tommy Atkins’ cultivada no Vale do São Francisco, realizou-se um ensaio com frutos coletados no estágio de maturação fisiológica, classificados em frutos sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Os frutos das duas classes foram separados em casca, polpa e caroço, e levados para secagem em estufa a 65 °C. Este material foi submetido a mineralização para a determinação das concentrações de N, K, Ca, Mg e B. Antes da desidratação, uma parte da polpa foi separada para as determinações do teor de sólidos solúveis totais (SST) e da acidez total titulável (ATT). Os resultados permitem concluir que, tanto as concentrações elevadas de Ca e Mg, como as baixas relações N/Ca e K/Ca, tanto na polpa quanto na casca, foram eficientes na prevenção de distúrbios fisiológicos nos frutos de mangueira; a concentração de nutrientes obtida na casca pode refletir melhor a condição da fisiopatia do que a concentração dos nutrientes na polpa dos frutos; os valores de SST e a relação SST/ATT determinada nos frutos com sintomas foram muito mais elevados do que nos frutos sem sintomas, devido a uma sobrematuração desordenada dos tecidos da polpa.

Termos par indexação: *Mangifera indica*, colapso interno, cálcio, magnésio, potássio.

NUTRITIONAL BALANCE AND PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN MANGO ‘TOMMY ATKINS’

ABSTRACT - With the objective of evaluating the effect of the nutritional balance on the incidence of physiological disorders in mango cv. Tommy Atkins, grown in São Francisco River Valley, a trial was carried out with fruits harvested at physiological ripening stage, classified as fruits without and with physiological disorder symptoms. From all of them, skin, flesh and pit were separated and dried in a stove at 65°C. This material was mineralized in order to determine N, K, Ca, Mg and B contents. Before dehydration, part of the flesh was taken for estimation of the total soluble solids (TSS) and total titrable acidity (TTA). The results allow to conclude that: high concentrations of Ca and Mg, as well as low ratios N/Ca and K/Ca, both in the flesh and in the skin, were efficient to prevent physiological disorders in mango fruits; the nutrient concentration in the skin may show better the condition of physiological disorders than the nutrient concentration in fruit flesh; and the TSS values and TSS/TTA ratio in fruits with symptoms were much higher than in fruits without symptoms, due to over ripening of flesh tissues.

Index Terms: *Mangifera indica*, fruit internal breakdown, calcium, magnesium, potassium.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é responsável por 51% da manga produzida no País, sendo que 82% da manga exportada é procedente apenas do pólo de irrigação de Petrolina-PE – Juazeiro-BA, gerando uma receita de US\$ 28,6 milhões (Brasil, 2000). No entanto, tem-se verificado um aumento significativo na incidência de desordens fisiológicas conhecidas como “internal breakdown”, termo usado para representar uma ou mais desordens fisiológicas caracterizadas pelo amadurecimento prematuro e desuniforme do mesocarpo da manga. Estas desordens ainda são classificadas de acordo com a sua sintomatologia em “soft-nose”, “jelly seed”, “stem-end-cavity,” “spongy tissue”(Evangelista, 1999; Raymond et al., 1998).

Wainwright e Burbage (1989) definem desordens fisiológicas como o resultado de um desequilíbrio no metabolismo induzido por algum fator ou fatores no ambiente pré-colheita ou pós-colheita que conduzem ao colapso celular. Ferguson e Woolf (1999) observaram que os fatores pré-colheita que podem predispor o fruto ao desenvolvimento de desordens, estão relacionados com a posição do fruto na árvore, as características do sítio de frutificação, a nutrição mineral e de carboidratos para o desenvolvimento do fruto, relações hídricas e respostas à temperatura. Por outro lado, os fatores pós-colheita seriam altas temperaturas e altos níveis de CO₂ durante o armazenamento. Estes mesmos autores ainda relatam que o cálcio, nutriente mais comumente associado com as desordens pós-colheita, depende desses fatores pré-colheita para chegar até o fruto.

Existem indicações de que uma das prováveis causas dessas desordens é o desequilíbrio nutricional, que também pode estar condicionado ao patrimônio genético, uma vez que, nas mesmas condições de ambiente e tratos culturais, as variedades diferem entre si na suscetibilidade à desordem. As mangas fibrosas como ‘Espada’ e ‘Coquinho’ são pouco ou quase nada afetadas, ao passo que as cultivares melhoradas, como ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’, ‘Irwin’ e ‘Keitt’ são muito

suscetíveis (Evangelista, 1999).

Lima et al. (1997) encontraram em polpa de manga ‘Tommy Atkins’, com desordens fisiológicas, níveis inferiores de Ca e K e superiores de P e Mg em relação à polpa de frutos sadios. Já nas mangas ‘Alphonso’, com tecido esponjoso, não houve diferença significativa nos níveis de cálcio, embora os níveis de K e P tenham sido menores e maiores, respectivamente (Murthy, 1981).

Wainwright e Burbage (1989) observaram que o teor de minerais em mangas com desordens é bastante variável, tornando-se necessários estudos nas diferentes regiões de cultivo, estações do ano e cultivares.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do equilíbrio nutricional sobre a incidência de distúrbios fisiológicos em manga ‘Tommy Atkins’ cultivada no Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com frutos obtidos de um pomar de mangueiras (*Mangifera indica* L.) da variedade Tommy Atkins plantado em abril de 1995 no espaçamento de 5m x 7m. A adubação de plantio foi realizada por planta, constando de 30 litros de esterco, 1,8 kg de superfosfato simples, 200 gramas de sulfato de potássio, 80 gramas de FTE BR 12 e 2 kg de gesso para cada planta. A adubação da safra atual foi realizada com 500 g de MAP, 350 g de cloreto de potássio, 800 g de cloreto de cálcio, 300 g de sulfato de magnésio, 100 g de sulfato de ferro e 120 g de sulfato de zinco para cada planta, de acordo com os resultados das análises de solo e de folhas realizadas após a colheita da última safra. As amostras de solo e de folhas foram coletadas segundo Silva et al. (2002), sendo as análises de solo realizadas segundo Raij et al. (1996) e foliares segundo Malavolta et al. (1997).

Durante a safra de manga do ano de 2001, em uma área comercial de 20 hectares, detectou-se a ocorrência de plantas que apresentavam frutos com sintomas de distúrbios fisiológicos. Foram selecionadas, ao acaso, plantas que tinham frutos sem sintomas de distúrbio fisiológico e

¹ (Trabalho 081/2003). Recebido: 08/06/2003. Aceito para publicação: 14/05/2004.

² Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Semi-Arido, C.P. 23, CEP 56302-970, Petrolina-PE. E.mail: joston@cpatsa.embrapa.br; davi@cpatsa.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, M.Sc., Bolsista da FACEPE.

plantas com frutos com sintomas de distúrbio fisiológico. Em cada planta, coletou-se um fruto. Cada amostra foi composta por dez frutos. Foram realizadas quatro coletas em plantas diferentes, caracterizando um ensaio inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições.

Os frutos foram coletados em estágio de maturação fisiológica, em 17-09-2001 e transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semi-Árido. Os frutos das duas classes foram separados em casca, polpa e caroço, e levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante. No material desidratado, determinou-se o peso da matéria seca de cada parte dos frutos. Este mesmo material foi submetido a mineralização para a determinação das concentrações de N, K, Ca, Mg e B, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Antes da desidratação, uma parte da polpa foi separada para as determinações do teor de sólidos solúveis totais, segundo a AOAC (1992), e da acidez total titulável, de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Foram realizadas, ainda, análises de solo e foliar em amostras coletadas logo após a colheita. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias testadas pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição mineral da polpa de frutos de manga 'Tommy Atkins' sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico é mostrada na Tabela 1. Observa-se que as concentrações de Ca e Mg nos frutos sem sintomas são significativamente maiores do que naqueles com sintomas de distúrbio fisiológico. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas para as concentrações de nitrogênio, a relação N/Ca era maior nos frutos com sintomas.

TABELA 1 - Composição mineral da polpa de manga 'Tommy Atkins' sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Petrolina - PE, 2002.

Nutrientes	Polpa		CV (%)
	Sem sintomas	Com sintomas	
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	8,69 a	9,40 a	9,08
Potássio (g kg ⁻¹)	11,22 a	10,16 a	13,87
Cálcio (g kg ⁻¹)	0,51 a	0,33 b	19,34
Magnésio (g kg ⁻¹)	1,23 a	0,90 b	12,64
Boro (mg kg ⁻¹)	9,00 a	9,75 a	16,72
N/Ca	17,13 b	31,00 a	31,37
N/B	1008,10 a	967,22 b	20,46
Ca/B	59,80 a	33,61 a	32,55
K/Mg	9,30 a	11,64 a	24,00
K/Ca	22,32 a	33,19 a	25,33

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Como os teores de N e de K não apresentam diferenças quando comparadas as polpas de frutos com e sem sintomas, e os teores de Ca são significativamente menores nos frutos com sintomas de distúrbio fisiológico, depreende-se que as relações N/Ca e K/Ca são fatores importantes para a estabilidade das células da polpa dos frutos da mangueira. O magnésio também parece estar relacionado ao problema, uma vez que os teores deste elemento foram significativamente maiores nos frutos sadios, ao passo que a relação K/Mg também apresentou tendência de ser mais elevada nos frutos com sintomas de distúrbios fisiológicos.

A ocorrência de certas desordens fisiológicas em frutos da mangueira tem sido relacionada a baixos teores de Ca na polpa (Gunjate et al., 1979; Lima et al., 1997), assim como baixos teores de K e elevados teores de P (Murthy, 1981; Lima et al., 1997), embora não tenha sido demonstrada nenhuma relação desses teores entre si com os distúrbios fisiológicos observados na polpa dos frutos. Alguns autores, entretanto, não encontram efeito corretivo da aplicação de Ca (Oosthuysse, 1997; Silva e Menezes, 2000) nem de Mg (Oosthuysse, 1997) na parte aérea da mangueira.

A importância das relações N/Ca, K/Ca e K/Mg, na ocorrência de

distúrbios fisiológicos em manga, pode ainda ser evidenciada pelo papel fisiológico que estes elementos desempenham e pela velocidade de absorção e translocação dos mesmos no interior dos vegetais. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o nitrogênio e o potássio são absorvidos e distribuídos nos tecidos e órgãos vegetais com rapidez e facilidade tanto pelo floema quanto pelo xilema. Por outro lado, a absorção do Ca e do Mg pelas plantas é bem menos eficiente do que a do K e do N, e inclusive pode ser inibida se houver alta concentração de K. Além disso, os vasos do floema, maior provedor de nutrientes para os frutos, apresentam sempre muito baixas concentrações de Ca e elevadas concentrações de K.

As concentrações de Ca e Mg na casca dos frutos sem sintomas foram maiores do que naquela com sintomas de distúrbio fisiológico, indicando que a concentração de nutrientes da casca pode refletir melhor a condição da fisiopatia do que a concentração dos nutrientes determinada na polpa dos frutos.

Essas ponderações são corroboradas pelas altas relações N/Ca e K/Ca e a baixa relação Ca/B encontradas na casca dos frutos com sintomas de distúrbio fisiológico (Tabela 2). O maior teor de cálcio na casca dos frutos pode ser justificado pelo fato de que as células da polpa apresentam vacúolos maiores, organelas de reservas e grandes porções citoplasmáticas, onde se encontra apenas o cálcio ligado a enzimas, o que é mais compatível com as funções citoplasmáticas; já na casca, os tecidos são mais de proteção, contendo células menores e proporcionalmente maior quantidade de parede celular, constituída por fibras celulósicas ricas em pectatos de cálcio e magnésio (Gunjate et al., 1979).

No caroço, apenas a concentração de magnésio e a relação K/Mg apresentaram diferenças significativas entre os tipos de frutos estudados (Tabela 3). Aparentemente, as variações dos teores de nutrientes no caroço não teriam muita ligação com as ocorrências fisiológicas da polpa, uma vez que este órgão completa o seu desenvolvimento muito antes dos demais tecidos do fruto.

TABELA 2 - Composição mineral da casca de manga 'Tommy Atkins' sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Petrolina - PE, 2002.

Nutrientes	Casca		CV (%)
	Sem sintomas	Com sintomas	
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	7,61 b	9,43 a	6,62
Potássio (g kg ⁻¹)	8,37 a	11,86 a	20,91
Cálcio (g kg ⁻¹)	2,30 a	1,90 b	3,90
Magnésio (g kg ⁻¹)	2,75 a	2,49 b	17,52
Boro (mg kg ⁻¹)	12,75 b	14,75 a	8,13
N/Ca	3,32 b	4,96 a	9,82
N/B	598,45 a	643,99 a	12,68
Ca/B	180,62 a	129,56 b	9,83
K/Mg	3,15 a	4,86 a	14,73
K/Ca	3,65 b	6,28 a	23,47

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade

TABELA 3 - Composição mineral do caroço de manga 'Tommy Atkins' sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Petrolina - PE, 2002.

Nutrientes	Caroço		CV (%)
	Sem sintomas	Com sintomas	
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	11,72 a	12,10 a	8,80
Potássio (g kg ⁻¹)	7,78 a	9,20 a	17,70
Cálcio (g kg ⁻¹)	0,40 a	0,50 a	31,42
Magnésio (g kg ⁻¹)	1,23 a	0,90 b	12,64
Boro (mg kg ⁻¹)	10,00 a	11,50 a	10,04
N/Ca	32,18 a	26,54 a	38,35
N/B	1176,98 a	1058,82 a	11,33
Ca/B	40,43 a	44,82 a	36,95
K/Mg	6,47 b	10,56 a	27,61
K/Ca	20,35 a	19,25 a	21,85

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Características químicas de amostra de solo da área de cultivo das mangas 'Tommy Atkins' utilizadas no experimento. Juazeiro-BA, 2002.

Profundidade cm	pH CaCl ₂	M. O. g dm ⁻³	P resina Mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al	Sb	CTC
-----mmol _c dm ⁻³ -----											
0 – 20	5,9	10	68	2,3	35,6	3,6	0,2	<1,0	12	41,8	53,4
20 – 40	5,5	4	48	2,3	21,0	2,6	0,2	<1,0	13	25,8	39,1

TABELA 5 - Teores de nutrientes nas folhas de mangueiras 'Tommy Atkins'. Juazeiro-BA, 2002.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
12,77	0,99	8,5	22,5	1,73	1,31	196,94	49	55	1300	32,5
Faixa de Teores Adequados										
12 a 14	0,8 a 1,6	5 a 10	20 a 35	2,5 a 5,0	0,8 a 1,8	50 a 100	10 a 50	50 a 200	50 a 200	20 a 40

Fonte: Quaggio (1996)

Pelos resultados da análise de solo, realizada em amostras coletadas após a colheita dos frutos (Tabela 4), observa-se que os teores de Ca estão em níveis adequados, enquanto os de K e Mg estão deficientes. A análise foliar, também realizada após a colheita (Tabela 5), mostra que todos os macronutrientes estão em níveis adequados, com exceção do Mg, que está deficiente. Os micronutrientes também estão em níveis adequados, exceto o B e o Mn, que estavam em excesso devido à aplicação do primeiro em quantidades elevadas e a grande disponibilidade do último no material de origem desse solo. Embora as concentrações de N e Ca nas folhas estejam adequadas, a relação N/Ca nas folhas, em torno de 0,57, parece ser muito alta para as variedades monoembriônicas, uma vez que os frutos manifestaram sintomas de desordens fisiológicas. O efeito da relação N/Ca nas folhas foi relatado por Young e Miner (1961) como indicador da incidência de "soft nose", que sugerem o valor 0,5 como limite superior de tal relação N/Ca. A incidência de desordens em manga 'Tommy Atkins' (Pinto et al., 1994) e 'Keitt' (Evangelista, 1999) foi relacionada a relações N/Ca elevadas nas folhas, devido a níveis excessivos de N e deficientes de Ca. Quanto aos níveis de fósforo, potássio e magnésio nas folhas não foi encontrada correlação com a incidência de desordens (Wainwright e Burbage, 1989).

Na Tabela 6, observa-se que os valores de acidez titulável nos tecidos dos frutos com e sem sintomas não apresentaram diferenças; entretanto, os valores de sólidos solúveis totais e a relação SST/ATT dos frutos com sintomas foram muito mais elevados do que nos frutos sem sintomas, o que corrobora a explicação de Evangelista (1999) e Raymond et al. (1988), de que estas desordens fisiológicas se caracterizam por uma sobrematuração desordenada dos tecidos, a qual começa na parte mais próxima do caroço e se desloca para a periferia do fruto.

TABELA 6 - Valores médios de sólidos solúveis totais e acidez total titulável da polpa de manga 'Tommy Atkins' sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Petrolina - PE, 2002.

Tratamentos	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez total titulável (% ac. Cítrico)	Relação Brix/Acidez
Frutos sem sintomas	8,5	0,51	17
Frutos com sintomas	16,23	0,57	28

CONCLUSÕES

1. Os resultados obtidos no presente experimento mostram que baixas concentrações de Ca e Mg e alta relação K/Ca e N/Ca, tanto na polpa quanto na casca, são indicativos da ocorrência de desordem fisiológica na manga Tommy Atkins.

2. A determinação das concentrações destes nutrientes na casca dos frutos pode expressar melhor a diagnose de desordem fisiológica

nos frutos.

3. Como já se encontra em estágio inicial de senescência, a polpa dos frutos com desordem fisiológica apresenta valores mais elevados de SST e da relação SST/ATT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 11th. ed. Washington, 1992. 1.115p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Mapeamento da fruticultura brasileira**. Brasília, 2000. 110p. il.
- EVANGELISTA, R. M. **Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 1992. 129f. Tese. (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- FERGUSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit, **Postharvest Biology and Technology**, New Zealand, v. 15, p.255-262, 1999.
- GUNJATE, R. T.; TARE, S. J.; RANGWALA, A. D.; LIMAYE, V. P. Effect of pre-harvest and post-harvest calcium treatments on calcium content and occurrence of spongy tissue in Alphonso mango fruits. **Indian Journal of Horticulture**, v. 36, n.2, 1979. P.140-144.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2.ed. São Paulo; 1985. v.1.
- LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga 'Tommy Atkins': Transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**. 1997. 147f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.il.
- MENGEL K, KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**, 4. ed. Berna: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MURTHY, S. K. Chemical studies on internal breakdown in Alphonso mango (Mangifera indica L.). **Journal of Horticultural Science, Ashford**, v.56, n.3, p. 247-250. 1981.
- OOSTHUYSE, S. A. The effect of calcium and magnesium chelate sprays at flowering on fruit quality and physiological disorders in mango. **S.A. Mango Growers Association Yearbook**, v.17, p. 29-32, 1997.
- PINTO, A. C. Q.; RAMOS, V. H. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LOBATO, E.; SOUZA, D. M. G. Relação Ca/N nas folhas e seu efeito na produção e qualidade da manga Tommy Atkins sob condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador, **Resumos...** v. 2, p.763.
- QUAGGIO, J.A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O.M.(Ed.) **Manga**, tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.

- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- RAYMOND, L.; SCHAFFER, B.; BRECHT, J. K.; CRANE, J. H. Internal breakdown in mango fruit: symptomology and histology of jelly seed, soft nose and stem-end-cavity. **Postharvest Biology and Technology**, New Zealand, v. 13, 1998, p.59-70.
- SILVA, A. V. C. da; MENEZES, J. B. de. Qualidade de manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação pré-colheita de cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.86-90, jul. 2000. Edição especial.
- SILVA, D.J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, P.A. da C.; PINTO, A.C.Q. de; MAGALHÃES, A.F. de J. Nutrição e Adubação. In: GENUÍ, P.J. de C.; PINTO, A.C.Q. de (Ed.) **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-221.
- WAINWRIGHT, H.; BURBAGE, M. B. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n.2, 1989, p.125-135.
- YOUNG, T. W.; MINER, J. T. Relationship of nitrogen and calcium to "soft-nose" disorder in mango fruits. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 78, p. 201-208, 1961.