

NUTRIÇÃO E DESORDENS FISIOLÓGICAS NA CULTURA DA MANGA

Renato de Mello Prado¹

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais conseqüências do processo de globalização tem sido a elevação do nível de exigência dos consumidores quanto à qualidade dos produtos. A manga é a fruta tropical que mais contribui com as exportações brasileiras de frutas frescas. Isto evidencia que esta fruta tem conquistado o mercado internacional, gerando divisas para o Brasil. Esta boa aceitação internacional da manga brasileira deve-se, principalmente, à sua qualidade. Entretanto, sendo uma fruta perecível, sua distribuição para centros distantes é limitada pela curta vida pós-colheita em temperatura ambiente (Yuen et al., 1993). Na exportação para os mercados europeu e americano, o transporte marítimo é uma boa alternativa, devido ao baixo custo, além de permitir maiores volumes de carga. No entanto, devido ao longo período de transporte, o fruto necessita de uma vida útil pós-colheita longa, cerca de um mês. Nota-se, assim, a importância da qualidade da manga para a economia de toda a cadeia do agronegócio desta frutífera.

Uma melhor qualidade dos frutos da mangueira depende, além do fator genético, do ponto ideal de colheita e de aspectos ligados ao estado nutricional das plantas. Assim, ultimamente, está sendo muito discutido o papel da nutrição mineral na melhoria da qualidade dos frutos, especialmente, quanto aos aspectos físicos e tecnológicos das frutas como: cor da casca, teor de sólido solúveis, acidez, entre outros, e, ainda, suprimindo eventuais desordens fisiológicas, favorecendo o aumento da vida de prateleira com ganhos durante o processo de distribuição e comercialização do produto.

Mangas com menor incidência de injúrias provocadas por desordens fisiológicas podem resultar em frutos de qualidade superior. Assim, qualida-

¹ Prof. Dr. Depto. de Solos e Adubos, FCAV/Unesp - Campus Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n.14.884-900, Jaboticabal-SP. rmprado@fcav.unesp.br

de é o conjunto de características próprias que resultam na aceitabilidade de um produto determinado, frente a seus semelhantes. Portanto, é a soma de todos os atributos que se combinam que contribuem e para que os produtos sejam nutritivos, desejados e aceitos.

Distúrbios fisiológicos referem-se a quaisquer danos produzidos nos tecidos do fruto, que não foram causados por patógenos ou danos mecânicos. Ressalte-se que, embora certos patógenos estejam presentes nos frutos com distúrbios fisiológicos, sua patogenicidade não foi comprovada cientificamente. Estes distúrbios ocorrem em resposta a uma condição adversa, ou por deficiências nutricionais durante o período de desenvolvimento e crescimento dos frutos.

Assim, a presente revisão objetiva indicar os fatores nutricionais que afetam a qualidade dos frutos da mangueira, com ênfase na desordem fisiológica, através de resultados de pesquisa com a finalidade de amenizar os efeitos da ocorrência deste problema.

2. ASPECTOS FÍSICOS E TECNOLÓGICOS

Com relação à nutrição e aos atributos físicos e tecnológicos da fruta, existe pouca experimentação. Entre os aspectos físicos da manga, a cor da casca mostra-se muito importante. Durante o amadurecimento dos frutos, ocorrem várias alterações bioquímicas, sendo a clorofila degradada, havendo acúmulo de antocianina (pigmento vermelho) que se acumula, ao mesmo em tempo que os carotenóides aumentam. Existem várias razões que causam alterações na cor da manga, como as manchas esverdeadas (Figura 1), citando McKenzie (1994) que o fator estado nutricional da planta e/ou do fruto constitui o mais importante para explicar a coloração da casca da manga. O autor complementa que pomares de mangueira que recebem altas doses de nitrogênio têm maior frequência de frutos verdes, comparados aos pomares com baixa adubação em N, que têm maior frequência de frutos amarelos.



Figura 1. Aspecto de um fruto de manga com manchas esverdeadas na casca.

McKenzie (1996), avaliando diferentes cultivares de mangueira (sensation; Kent; Tommy Atkins, Heidi e Keitt) na África do Sul, verificou a necessidade do uso moderado da adubação nitrogenada, a partir de níveis que considerem o valor mais baixo da faixa de suficiência do nutriente, para o melhor desenvolvimento da cor da casca, à exceção a cv. Heidi, em que níveis mais elevados são aceitáveis. No Brasil, pomares de mangueira com teor de N foliar $>12 \text{ g kg}^{-1}$ tendem a ter maior incidência de frutos com coloração da casca verde (Pinto, 2000).

Kumar e Kumar (1989) verificaram que a aplicação de zinco nos frutos da mangueira em pré-colheita melhora a sua qualidade, devido ao aumento do conteúdo de açúcares e sólidos solúveis totais.

3. IMPORTÂNCIA DA DESORDEM FISIOLÓGICA

A mais importante desordem fisiológica em frutos de mangueira é o complexo colapso interno do fruto, que pode aparecer no início da maturação ou mesmo após a colheita, por ocasião da distribuição/comercialização dos frutos.

Wainwright e Burbage (1989) definem desordem fisiológica como o resultado de um desequilíbrio no metabolismo induzido por um ou mais fatores ambientais na pré ou pós-colheita, levando ao colapso celular e ao aparecimento de áreas escuras e aquosas em alguma parte da polpa. Sua ocorrência em manga ainda não é totalmente esclarecida. Assim, vários relatos sugerem que fatores edáficos e do ambiente têm sido relacionados ao aparecimento de desordens fisiológicas (Schaffer e Andersen, 1994).

Esse problema tem ocasionado enormes prejuízos econômicos, principalmente por ser de difícil detecção, sendo na maioria das vezes constatado apenas pelo consumidor final. Na Flórida, os pomares de mangueira cul-

tivados intensivamente (adubação, indução de florescimento, etc.), têm apresentado crescimento de incidência do colapso interno do fruto (Malo e Campbell, 1978). No Brasil, este problema tem se agravado nos últimos anos, especialmente em mangueiras melhoradas de origem americana, a exemplo da Tommy Atkins, Van Dyke e Zill (Ferreira, 1989). Assim, uma das prováveis causas dessas desordens é o desequilíbrio nutricional, que pode estar condicionado pelo patrimônio genético da cultivar, uma vez que, nas mesmas condições de ambiente e tratos culturais, as variedades diferem entre si quanto à suscetibilidade à desordem. 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 susceptíveis (Evangalista, 1992).

Além dos fatores genéticos e edáficos, as variáveis do ambiente têm sido envolvidas no aparecimento das desordens fisiológicas em manga, podendo, indiretamente, ser um dos fatores que causam a deficiência de cálcio nos frutos. Normalmente, espera-se que o equilíbrio nutricional favoreça a menor ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões, mantendo por mais tempo as características organolépticas das frutas (frescas) e, conseqüentemente, uma vida de prateleira maior.

Nesse aspecto, o cálcio é o nutriente mais estudado, visando a diminuição das desordens fisiológicas e permitindo a ampliação da vida pós-colheita dos frutos de manga. Van Eeden (1992) encontrou relação entre a baixa concentração de cálcio e desordem fisiológica em frutos de mangueira.

Poovalah (1985) relata a importância de pesquisas que tratem da interação entre o cálcio na planta e o retardamento do amadurecimento, da senescência, além de influenciar na qualidade das frutas.

A pesquisa tem mostrado que maior teor de cálcio no fruto pode adiar o amadurecimento e a senescência, mediante redução da respiração, da evolução do etileno e da perda de massa fresca, atrasando o amadurecimento e estendendo a vida pós-colheita (Tirmazi, 1981; Mootoo, 1991; Van Eeden, 1992 e Yuniarti, 1992) e, ainda, aumentando a firmeza dos frutos (Bangerth, 1979), podendo manter suas qualidades organolépticas.

Na literatura, a deficiência do Ca leva a uma deterioração acentuada das membranas, com alteração em sua arquitetura, fluidez e permeabilidade à passagem de água (Poovalah, 1986). Existe uma tendência em associar

aumento na firmeza com elevação do teor de cálcio nos mesmos (Gerasopoulos et al., 1996). Sams e Conway (1984) reforçam que a manutenção da integridade da parede celular e da firmeza de frutos tratados com cálcio é o resultado da redução da despolimerização devido às ligações do Ca^{+2} com os grupos carboxílicos livres dos polímeros de poligalacturonato da parede celular e da lamela média. Desse modo, vários autores indicam que a deficiência de cálcio causaria o colapso interno dos frutos da mangueira (Young, 1957; Young et al., 1962 e Burdon et al., 1991).

De acordo com Raymond et al. (1998a), desordens fisiológicas como colapso interno, danos nas sementes e cavidade penducular, são encontradas em cultivares de mangas suscetíveis e, o que determina cada tipo, são os diferentes sintomas que apresentam, sendo a característica principal, a desorganização das células e a ruptura da parede celular, seguidas de deterioração das conexões vasculares entre o caroço e o mesocarpo.

Diferenciam ainda o tipo de sintoma que cada desordem pode causar nos frutos de manga, sendo que os danos na semente (Figura 2b) afeta somente o interior do mesocarpo; a cavidade penducular (Figura 2c) afeta as extremidades do fruto, podendo ser encontrados cristais de oxalato de cálcio; enquanto o colapso interno (Figura 2a) se caracteriza por um amadurecimento parcial do mesocarpo e, em estágio inicial, apresenta coloração amarela, bem definida entre o caroço e o mesocarpo.

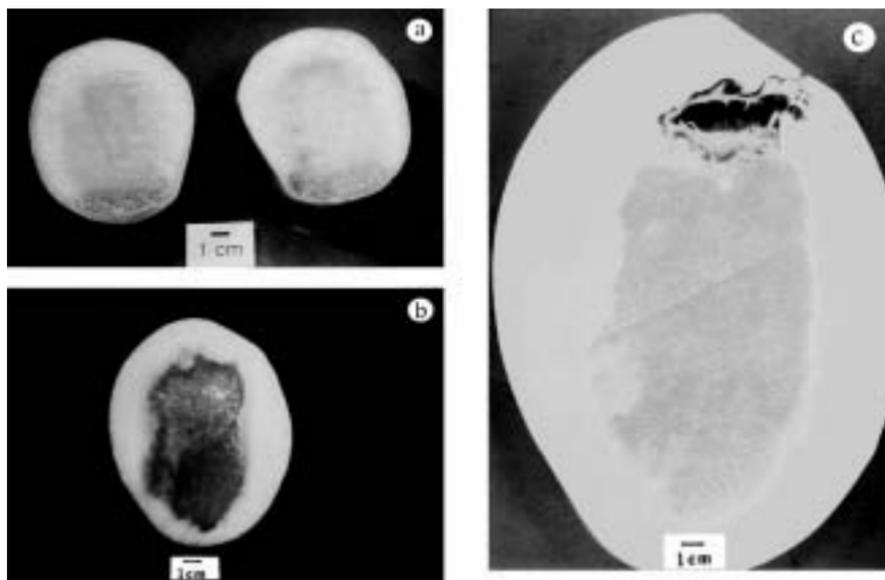


Figura 2. Sintomas visuais em frutos: a) início do estágio de colapso interno; b) estágio avançado de danos na semente; c) estágio avançado de cavidade penducular em frutos de manga (Raymond et al., 1998a).

Portanto, os sintomas mais comuns da desordem fisiológica são a desintegração da polpa, formação de cavidade abaixo do pedúnculo (cavidade peduncular), amolecimento sob a casca, fendilhamento da semente, manchas necróticas na polpa e verrugas no endocarpo. Assim, o colapso interno é o resultado da desorganização celular, sendo caracterizado pela degradação da polpa (Figura 3).



Figura 3. Fruto da mangueira caracterizando a sintomatologia do colapso interno.

É pertinente acrescentar, ainda que a época em que cada tipo de desordem aparece nos frutos depende da cultivar, conforme mostra a Tabela 1 (Raymond et al., 1998a). Na cv. Irwin, os sintomas (danos na semente e cavidade penducular) aparecem mais tardiamente, em relação à Tommy Atkins e Van Dyke, não havendo, porém, diferenças com relação ao colapso interno entre as cultivares estudadas.

Tabela 1. Tempo em que as desordens fisiológicas ocorreram na semente, cavidade penducular e colapso interno, detectadas em frutos de mangueira ‘Tommy Atkins’, ‘Irwin’ e ‘Van Dyke’

Cultivar	Período da primeira detecção das desordens*		
	Danos na semente	Cavidade penducular	Colapso interno
Tommy Atkins	8	8	14
Irwin	12	12	14
Van Dyke	8	8	14

* Frutos maduros após o pegamento.

Galan-Saúco et al. (1984) acrescentaram ainda, que a desordem fisiológica do colapso interno em manga é a combinação de danos nas sementes e na cavidade penducular dos frutos.

Freqüentemente, os problemas ligados à má nutrição de cálcio na planta surgem nos frutos após a colheita ou durante o armazenamento (Ricardo, 1983). O amadurecimento das mangas é caracterizado pelo amaciamento do fruto, acompanhado da solubilização de pectinas, envolvendo a ação das enzimas poligalacturonase (PG) pectinametilesterase (PME), e celulase (Abu-Sarra e Abu-Goukh, 1992). Os autores complementam que a ação da PME em promover sítios de ligação para o Ca^{2+} é sem dúvida importante para a concentração deste íon na parede celular e na lamela média, mas, a ação de outras enzimas que degradam a parede celular e a lamela média, tais como a PG, também são importantes.

Esse fato vem despertando interesse de pesquisadores e, segundo Gunjate et al. (1979) e Menezes (1997), sugerem que a aplicação de cálcio em pré-colheita na manga seria uma alternativa viável para a manutenção de sua qualidade. Acrescentam ainda, que aplicações de Ca nos frutos em pós-colheita poderiam ser, também, interessantes.

4. RESULTADOS DE PESQUISA

a) Pulverização e/ou imersão de frutos de mangueira em solução de cálcio (pós-colheita) vs. desordem fisiológica

Uma forma de aplicação do Ca em pulverização nos frutos, em pós-colheita, seria por imersão do fruto. Neste sentido, Zambrano e Manzano (1995) compararam a aplicação de Ca em mangas por simples imersão (solução com CaCl_2 4 a 6%) por 2 horas e infiltração a vácuo com a mesma solução por 10 minutos. Apesar de os tratamentos terem reduzido a perda de matéria seca durante o armazenamento (6 a 8%), os modos de aplicação foram semelhantes.

Evangelista et al. (2000) avaliaram a influência de níveis de cálcio (0, 2,5 e 5,0%) aplicado na pré-colheita, observando seu efeito na atividade das enzimas poligalacturose (PG), pectinametilsterase (PME) e b-galacturose em mangas 'Tommy Atkins', bem como no armazenamento. Concluíram que os frutos que receberam o tratamento CaCl_2 a 5,0% apresentaram textura significativamente mais firme. Não foi observada diferença significativa na atividade da PG nos frutos. Com relação à atividade da b-galactosidase, quanto maior a concentração de cálcio, menor a atividade observada (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios obtidos para as medidas de textura e atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e β -galactosidase em mangas 'Tommy Atkins', safra 1995, armazenadas a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e 80-90% UR

Tratamentos	Determinações		
	Textura (N)	Poligalacturonase ($\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)	B-galactosidase ($\text{nkat} \cdot \text{mg}^{-1}$)
Controle	83,23 b	136,59 a	523,00 a
CaCl_2 a 2,5 %	89,87 ab	130,41 a	460,19 ab
CaCl_2 a 5,0 %	94,44 a	127,97 a	437,90 b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os autores acrescentam ainda, que houve efeito dos tratamentos no armazenamento dos frutos, observando elevação nos valores médios obtidos para a atividade da PG ao longo do período de armazenamento, com conseqüente perda de firmeza.

Junior e Chitarra (1999) estudaram o efeito da aplicação de cloreto de cálcio (0, 2 e 4%) em mangas ‘Tommy Atkins’, aliada ao tratamento hidrotérmico, sobre a aparência interna dos frutos. Os autores observaram que, inicialmente, os frutos estavam sadios e sem colapso interno. No 8° e no 15° dias, alguns frutos apresentaram colapso; entretanto, os autores concluíram que o efeito foi isolado e ao acaso, não apresentando diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das notas atribuídas à aparência das mangas submetidas à imersão pós-colheita por 90 minutos em solução de CaCl_2 e armazenadas sob refrigeração por 22 dias

Armazenamento (dias)	Tratamentos (CaCl_2)		
	0%	2%	4%
	Aparência interna		
0	1,0 a	1,0 a	1,0 a
8	1,0 a	1,2 a	1,4 a
15	1,0 a	1,0 a	1,3 a
22	1,0 a	1,0 a	1,0 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ainda neste experimento, notou-se que a intensidade do colapso nos frutos foi uniforme, verificando-se que a desordem ocorreu em pequena escala, sendo independente do tratamento aplicado. Em todos os tratamentos, o comportamento do Ca foi semelhante em todo o período de armazenamento e com o aumento da concentração de cálcio na solução ocorreu maior acúmulo do elemento, tanto na casca como na polpa (Tabela 4).

Os autores concluíram que existe correlação positiva entre a quantidade de cálcio aplicada e a quantidade do elemento presente na casca, resultando em boa aparência externa do fruto; porém, houve diminuição da penetração do elemento na polpa, não garantindo a qualidade final da fruta para a eventual exportação.

Tabela 4. Valores médios de cálcio na casca e na polpa de frutos de manga, submetidos à imersão pós-colheita por 90 minutos em solução de CaCl_2 , armazenado sob refrigeração por 22 dias

Armazenamento (dias)	Tratamentos (CaCl_2)		
	0%	2%	4%
	Cálcio na casca		
0	0,280 a	0,318 b	0,443 c
8	0,243 a	0,369 b	0,424 c
15	0,292 a	0,365 b	0,461 c
22	0,327 a	0,417 b	0,484 c
	Cálcio na polpa		
0	0,054 a	0,062 b	0,074 c
8	0,067 a	0,089 b	0,123 c
15	0,090 a	0,109 b	0,134 c
22	0,103 a	0,124 b	0,146 c

Valores seguidos pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Joyce *et al.* (2001), avaliando o efeito de níveis de cálcio na pós-colheita e na infiltração do elemento no amadurecimento de frutos de duas cultivares ‘Kensington’ e ‘Sensation’ de manga, observaram que o teor de cálcio na polpa diminuiu, mas ao analisar o fruto como um todo, o conteúdo do elemento aumentou (Figuras 4 e 5). Houve alteração do tamanho do fruto durante o desenvolvimento, com um aumento do peso da polpa, em ambos os cultivares. Os autores afirmam ainda, que desprezando a região

mais interna do mesocarpo, houve aumento da dimensão das células. Os teores de cálcio decresceram da casca para a parte mais interna do mesocarpo, sendo essa causa atribuída à diminuição da espessura da parede celular.

Na tentativa de elevar os teores de cálcio em mangas (pós-colheita), Wills et al. (1988) e Van Eeden (1992) fizeram aplicações do elemento, porém, não obtiveram resultados favoráveis. Possivelmente, a falta de estômatos funcionais nos frutos da manga (Dietz et al. 1988) pode ter contribuído para a ineficiência da pulverização com cálcio.

Burdon et al. (1990) determinaram níveis de cálcio em mangas ‘Kent’, ‘Beverly’ e ‘Sensation’, verificando que: 1) existe variação no teor de cálcio conforme a posição na fruta. A polpa interna, normalmente possui teores inferiores de cálcio em relação à externa. A região apical, localização essa sujeita ao “colapso interno”, é a mais pobre em cálcio; 2) comparando-se duas regiões de produção da manga ‘Kent’, verificaram maior incidência de distúrbios na região em que os frutos apresentaram menores teores de cálcio na polpa; 3) o cultivar ‘Beverly’, menos sujeito à ocorrências de distúrbios, apresentou teores de cálcio semelhantes ou mesmo inferiores, aos encontrados na manga ‘Kent’, mais suscetível; 4) o teor de cálcio decresceu, no fruto, da base para o ápice; e 5) o teor de cálcio nos frutos variou de 0,135 a 0,041%.

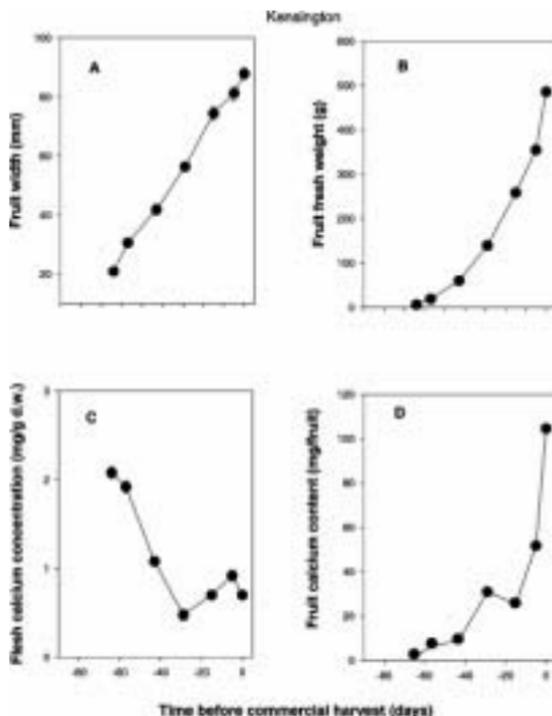


Figura 4. Largura dos frutos (A), peso da polpa do fruto (B), concentração de cálcio na polpa (C) e o conteúdo de cálcio nos frutos de manga (D) de 'Kensington', durante o crescimento e a maturação.

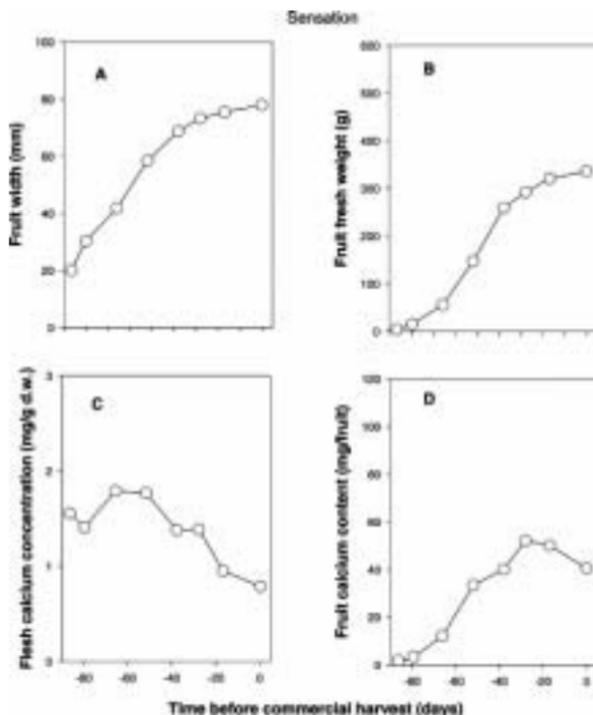


Figura 5. Largura dos frutos (A), peso da polpa (B), teores de cálcio na polpa (C) e conteúdo de cálcio nos frutos de manga 'Sensation', durante o desenvolvimento e a maturação.

b) Pulverização de cálcio na planta (pré-colheita) vs. desordem fisiológica

Silva e Menezes (2001) avaliaram a qualidade pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' submetida à aplicação pré-colheita de CaCl_2 e ao armazenamento refrigerado. Os fatores estudados foram concentrações de CaCl_2 (1% e 2%) e números de aplicações (2, 3 e 4 vezes). Houve ainda um tratamento adicional que funcionou como controle. As pulverizações foliares foram iniciadas cerca de 35 dias após a antese, num intervalo de 15 dias. Do total de 280 frutos colhidos, 175 foram levados para análise imediata, enquanto 105 permaneceram em câmara fria (10°C) por 30 dias, sendo posteriormente analisados. As concentrações de CaCl_2 testadas em dife-

rentes números de pulverizações não resultaram em incremento do teor de cálcio no fruto e também não influenciaram a firmeza da fruta (Tabela 5). A incidência de colapso interno não foi associada à aplicação de cálcio.

Outros estudos indicaram que pulverizações foliares com CaCl_2 , dirigidas aos frutos, não resultaram em incremento de cálcio nos mesmos (McKenzie 1994; 1995; Rabelo et al., 1996).

Tabela 5. Firmeza dos frutos e teores de cálcio em mangas “Tommy Atkins” tratadas com diferentes concentrações e número de pulverizações de CaCl_2 em pré-colheita

Concentrações de CaCl_2	Cálcio	Firmeza
%	$\mu\text{mol de Ca}^{2+}/100 \text{ g}$ (material liofilizado)	N
0	18,0a ⁽¹⁾	62,2a
1	20,5a	54,0a
2	19,5a	52,6a
Número de aplicações de CaCl_2		
2	20,7a	-
3	20,2a	-
4	19,0a	-

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Sampaio et al. (1999), trabalhando na fase de frutificação de mangueiras ‘Tommy Atkins’ (Ca foliar = 33 g kg^{-1} no florescimento), com oito anos de idade, cultivadas em um Latossolo Vermelho-Escuro ($\text{Ca} = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $V = 37\%$), realizaram sete pulverizações com cloreto de cálcio (0,6 e 1,2%), observando os efeitos no intervalo de 2 semanas. Os frutos foram colhidos em duas ocasiões: 16/12/96 (colheita em época normal) e 06/01/97 (colheita tardia). Não houve efeito no conteúdo de cálcio na polpa dos frutos das plantas tratadas (0,043 a 0,047%) em comparação com as não tratadas (0,052%). A incidência de distúrbios fisiológicos foi similar em todos

os tratamentos, independente dos conteúdos de nitrogênio e cálcio no mesocarpo dos frutos.

Evangelista et al. (2002) estudaram em manga “Tommy Atkins” (18 anos de idade), produzidas em Ibirá-SP, a pulverização em pré-colheita com cloreto de cálcio, nas concentrações de 0,0%, 2,5% e 5,0%, em três épocas de desenvolvimento dos frutos (40; 60 e 90 dias após a floração), a fim de verificar a influência do cálcio na estrutura da parede celular destes frutos através de microscopia eletrônica de transmissão, imediatamente após a colheita e depois de 35 dias de armazenamento. Nas condições experimentais, verificou-se que os frutos do tratamento-controle (sem a aplicação de cloreto de cálcio) (Figura 6a e 6b), no dia da colheita, já apresentavam desestruturação da parede celular e dissolução da lamela média (LM), ao passo que no tratamento com cálcio, a estrutura permaneceu escura, indicando a presença de material intercelular (Figura 6c e 6d). A degradação da parede celular ocorre inicialmente na LM, levando à formação de espaços vazios bastante distintos, havendo dissolução ainda maior, com o armazenamento prolongado (35 dias). Assim, os frutos tratados com cloreto de cálcio a 5,0% apresentaram LM bem definida e ausência de espaços vazios, mesmo após o armazenamento, mostrando ser essa uma concentração efetiva na preservação da lamela média.

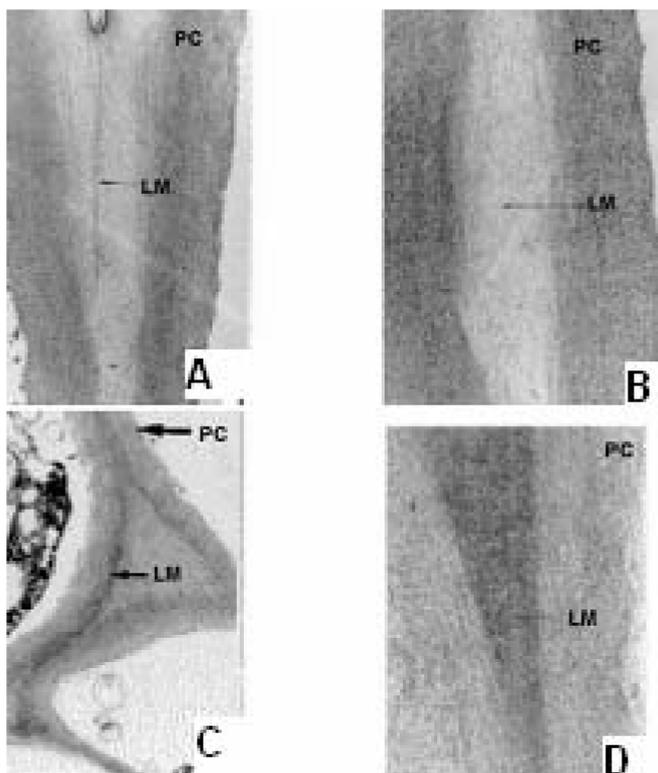


Figura 6. Aspecto da parede celular com detalhe da lamela média em frutos de manga sem aplicação de cálcio (A, B) e com aplicação de cálcio (5%) (C, D), em fotografia de microscopia eletrônica de transmissão.

c) Dinâmica do cálcio no sistema solo-planta e a desordem fisiológica

A ausência de efeitos de distúrbios fisiológicos na manga submetida à aplicação de Ca pode ocorrer em função de vários fatores, desde a eficiência da técnica em garantir melhor nutrição das plantas e frutos, como também, aplicações deste nutriente em plantas já com nível de Ca foliar adequado; entretanto, por algum fator abiótico (estresse hídrico), o elemento não atende em nível suficiente a uma concentração adequada nos frutos, especialmente na fase de alta taxa de crescimento.

A literatura menciona que o nível adequado de Ca (teor foliar igual ou superior a 25 g kg⁻¹) diminui a incidência do colapso interno dos frutos (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989). Entretanto, existem autores que indicam como teores adequados de Ca para a mangaueira, valores a partir de 20 g kg⁻¹ (Raij et al., 1996; Young & Koo (1969). Outros autores consideram como adequado, valor superior a 28 g kg⁻¹, dependendo do ramo em que foi coletada a folha (com ou sem fruto) (Malavolta et al., 1997) e também da época de amostragem (antes da floração até a maturação dos frutos) (Martinez et al., 1999) (Tabela 6). É oportuno salientar que estas indicações de teores adequados de Ca estão associadas a pomares de alta produção. Tendo em vista a necessidade de conciliar a alta produção com qualidade, ou seja, com baixa incidência de desordem fisiológica, novas pesquisas são necessárias para definição de um padrão de Ca que atenda a presente condição.

Tabela 6. Teores foliares de cálcio considerados adequados para a mangaueira.

Ca g kg ⁻¹	Fonte
28-34	Malavolta et al. (1997) ⁽¹⁾
30-33	Malavolta et al. (1997) ⁽²⁾
20-35	Young & Koo (1969), citado por Guimarães (1982) ⁽³⁾
20-35	Quaggio et al. (1997) ⁽⁴⁾
20,3-20,5 ⁽⁵⁾	
24,8-27,5 ⁽⁶⁾	Martinez et al. (1999) ⁽⁸⁾
22,0-26,2 ⁽⁷⁾	

⁽¹⁾ ramos com frutos; ⁽²⁾ ramos sem frutos (2ª ou 3ª folha na base da panícula de flores); ⁽³⁾ solos ácidos; ⁽⁴⁾ ramos com flores (sem frutos), sendo as folhas do último fluxo de vegetação; ⁽⁵⁾ Antes da floração; ⁽⁶⁾ Plena floração e formação de frutos; ⁽⁷⁾ Maturação de frutos; ⁽⁸⁾ Folhas coletadas em diferentes posições da copa.

Portanto, o uso rotineiro da diagnose foliar para o Ca mostra-se importante. No Brasil estudos de levantamento do estado nutricional da mangueira são escassos. Entretanto, existe um levantamento realizado no Nordeste, onde Pinto et al. (2003) avaliaram 63 pomares de mangueira 'Tommy Atkins' em plantios comerciais com 7 anos ou mais de idade, no estado da Bahia. Os autores constataram que a seqüência de limitação por deficiência (em pomares de baixa produtividade: < 250 kg de frutos por planta) foi: B>Cu=Zn>Ca>N>Fe>Mn>P>K=Mg. Neste sentido, nota-se que entre os macronutrientes, o cálcio coloca-se como mais limitante para produção da mangueira. Isto é motivo de preocupação, inferindo-se que isso, possivelmente, se deve ao baixo uso de calcário nos pomares.

Assim, as quantidades de cálcio que devem estar presentes nos frutos para garantir a máxima qualidade pós-colheita, podem ser relativamente maiores que as quantidades do elemento aplicado externamente, efetivamente absorvido e metabolizado. Segundo Quaggio et al. (1997), o teor de cálcio exportado na colheita em um pomar produzindo 10-12 t ha⁻¹, é da ordem de 1,3 kg de Ca por t de frutos. Huett & Dirou (2000) observaram em pomares de mangueira, a seguinte ordem de extração K>N>P=Ca, correspondendo a 22,5; 16,5; 3; 3 kg ha⁻¹, respectivamente, para uma produção de 15 t ha⁻¹. Assim, outros autores, colocam o Ca como terceiro nutriente mais extraído pelo fruto de manga, perdendo apenas para N e K (Haag et al., 1990; Estrada et al., 1996). A casca da manga apresenta alto teor de Ca, uma vez que estes tecidos de proteção possuem células menores e proporcionalmente com maior quantidade de parede celular, constituída por fibras celulósicas ricas em pectatos de cálcio e magnésio (Gunjate et al., 1979).

Desse modo, o uso de técnicas eficientes, como fontes e modos de aplicação de Ca para suprir a planta com o nutriente e, conseqüentemente, os frutos, passa a ser de extrema importância. Para tanto, é necessário conhecer a dinâmica do cálcio no solo e na planta.

Salienta-se que o contato cálcio-raiz ocorre graças ao processo de fluxo de massa e, assim, este nutriente para ser absorvido pelas plantas dependerá do fluxo da corrente transpiratória e da concentração de Ca na solução do solo. Portanto, a quantidade de cálcio em um órgão particular da planta está relacionada ao volume da água que se move para esse órgão (Bangerth, 1979). O transporte de cálcio ocorre principalmente nos vasos do xilema, sendo a troca catiônica verificada nas paredes destes vasos con-

dutores. Desta maneira, a competição pelo cálcio entre os vários drenos se intensifica, quando a concentração de Ca no xilema é baixa e o processo transpiratório é elevado.

Portanto, a fim de favorecer o processo de contato (Ca-raiz) e a absorção e melhorar a nutrição em Ca nas mangueiras e, conseqüentemente aos frutos, é importante o uso da irrigação. Neste sentido, a irrigação complementar na mangueira é prática obrigatória, mesmo em regiões com precipitação satisfatória (1600 mm ano), não apenas pelos efeitos na qualidade de frutos, mas também na produtividade da cultura (Singh et al., 1998). Uma vez a mangueira irrigada, em regiões tropicais, tem incrementado o número de frutos por planta e também o seu peso de frutos (Farré & Hermoso, 1993).

Neste sentido, Simões et al. (2002) verificaram que o aumento da lâmina de água contribuiu para a diminuição dos sólidos solúveis, entretanto, aumentou o teor de amido e a firmeza da polpa da manga cv. 'Tommy Atkins' com 11 anos de idade (Figura 7).

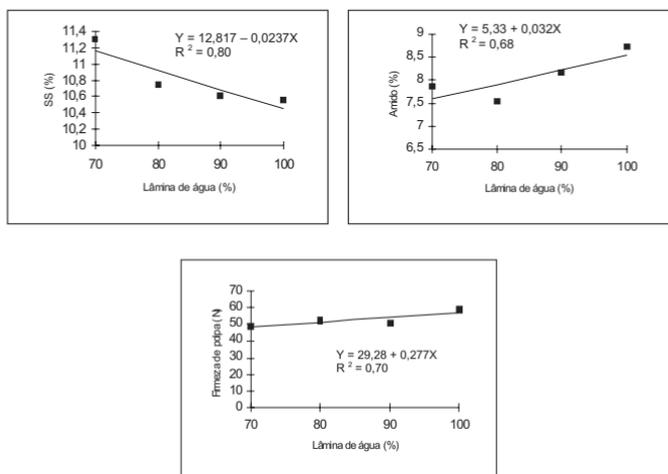


Figura 7. Comportamento de sólidos solúveis, amido e a firmeza da polpa, em mangas 'Tommy Atkins', submetidas a diferentes lâminas de água e armazenadas em condições de 12 ± 1 °C e 90 ± 5 % U.R. Mossoró - RN, 2001.

Teores elevados de cálcio são encontrados rapidamente em órgãos que apresentam alta taxa de transpiração, como as folhas, e que têm área

de superfície elevada em relação ao volume (Ho e Adams, 1989). Especificamente, durante o desenvolvimento do fruto, Oosthuysen et al. (2000) observaram durante o período de alta taxa de crescimento, maiores teores de nutrientes nas folhas, quando comparado à fase de desenvolvimento lento ou maturação. As maiores variações ocorrem com o Ca, K, N e Mn.

Os frutos acumulam, em geral, a maior parte do cálcio durante os estágios finais do crescimento (Bangerth, 1979). Isto se deve, provavelmente, à maior área superficial do fruto nesta fase, comparada ao início do desenvolvimento (Clark e Smith, 1988), visto que frutos jovens carecem de uma cutícula bem desenvolvida e da presença de estômatos funcionais (Dietz et al. 1988).

Entretanto, a diluição no teor de Ca devido ao crescimento resulta em nível de cálcio baixo nos tecidos vegetais. Em frutos com elevadas taxas de crescimento (divisão e expansão celular), as possibilidades de decréscimos acentuados nos níveis de Ca são elevadas, uma vez que estes órgãos vegetais apresentam reduzidas taxas transpiratórias. Nestas condições, os níveis baixos de Ca não são suficientes para uma eficiente estabilização da parede celular e integridade das membranas (Marschner, 1995), podendo conduzir à distúrbios fisiológicos. No caso da mangueira, o desenvolvimento do fruto é intenso dos 30 aos 55 dias após a floração, conforme indicam Castro Neto e Reinhardt et al. (2003). Os autores relataram que o crescimento dos frutos de mangueira 'Haden' (Figura 8A e 8B) apresentou padrão sigmoidal, tendo aos 75 dias atingido o ponto de maturação fisiológica. Portanto, pode-se inferir que no período crítico, entre 30 e 55 dias após a floração, a irrigação ou fertirrigação é fundamental para manter adequado o teor de Ca na solução, minimizando o efeito de diluição do nutriente no fruto e, a eventual ocorrência da desordem fisiológica.

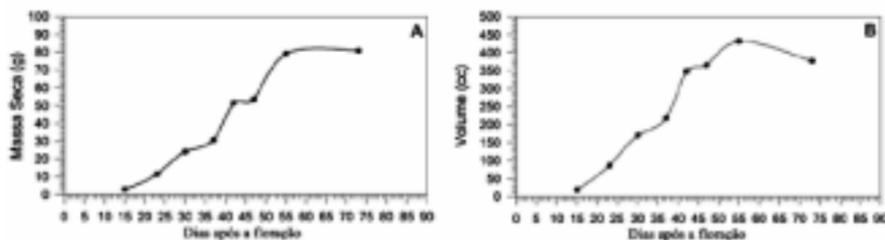


Figura 8. Evolução de massa seca, massa fresca e volume do fruto da mangueira cv. Haden, ao longo da fase de desenvolvimento, a partir da floração (Castro Neto e Reinhardt, 2003).

Nota-se, pois, que devido à baixa mobilidade do cálcio na planta, há necessidade de fornecimento constante deste nutriente. Para tanto, a forma mais interessante de fornecer cálcio seria aplicá-lo ao solo de modo que a solução do solo possa suprir o elemento constantemente aos frutos.

Na aplicação via pulverização ou imersão, há necessidade de que o elemento seja aplicado constantemente na fruta para ser absorvido em quantidade suficiente, a fim de atingir os benefícios esperados. Em termos práticos, várias pulverizações com o nutriente nos frutos, em nível de campo, tornam-se pouco viáveis. Além disso, para que o elemento possa promover os benefícios desejados, além de ser absorvido, deve ocorrer a devida metabolização.

Como fonte de cálcio para aplicação no solo, há o calcário e o gesso. Para garantir a máxima eficiência da calagem, é importante utilizar material com adequado poder de neutralização e reatividade. Além disso, um fator importante para eficiência da calagem, é a adequada incorporação no solo, antes da implantação do pomar, com alto grau de mistura calcário-solo, incorporado em profundidade (camada 0-30 cm), especialmente para cultura perene como a mangueira. Neste sentido, o uso da grade aradora superpesada tem sido indicado para a incorporação do calcário de forma adequada (alto grau de mistura, atingindo 30 cm de profundidade) (Prado & Roque, 2002). Em pomares implantados, a prática da calagem poderia ser feita superficialmente, logo após a colheita, visando fornecer o Ca, de forma que tenha tempo suficiente para suprir este nutriente, constantemente e eficientemente, durante todo o período reprodutivo da nova safra.

É oportuno salientar que apesar da falta de pesquisa que poderia sustentar uma recomendação de calagem para cultura da manga, existem indicações na literatura (Boletins Técnicos). Diante desta situação, não são conhecidos os efeitos da correção da acidez do solo e o fornecimento de bases como Ca na qualidade dos frutos, com intuito de minimizar a desordem nutricional.

Lee et al. (1998) analisaram os efeitos da aplicação de cálcio no solo, sendo 100 g de CaCl_2 por planta e 10 kg de pó de marisco por mangueira, em pré-florescimento, sobre características de qualidade pós-colheita das frutas. Após 96 dias da antese, os frutos foram colhidos. Houve aumento do teor de Ca nos frutos, porém, não foi suficiente para elevar significativamente a qualidade pós-colheita das mangas. Pode-se inferir que a ausência

de resultados favoráveis na qualidade das frutas tenha sido causada pela quantidade de cálcio disponível e pelo pouco tempo para a solubilização do elemento no solo, que não foi suficiente para a máxima absorção pela planta e, conseqüentemente, não influiu na qualidade da manga.

De toda forma, são oportunos novos estudos de avaliação de doses, fontes e modos de aplicação de cálcio no solo, sobre a qualidade da manga.

d) Relação do equilíbrio nutricional e a desordem fisiológica

Young e Miner (1962) estudaram os efeitos da adubação nitrogenada, em solos com diferentes teores de cálcio, sobre a incidência de colapso interno dos frutos de manga. Para isso, conduziram experimento, avaliando a adubação nitrogenada em mangueiras em duas áreas, uma em solo ácido e pobre em cálcio e outra em solo calcário. Verificaram que na primeira área, a incidência de colapso da polpa nas parcelas que receberam alta dose de nitrogênio foi de 78%, enquanto na testemunha, a incidência foi de 7%. Já no solo calcário, a incidência do problema caiu para 5%, independentemente dos níveis de nitrogênio aplicados. Com isso, concluíram que a incidência desse distúrbio diminuiu quando se aumentou o teor de cálcio na planta e que teores foliares de cálcio em torno de 25 g kg⁻¹ reduziram bastante o problema de colapso interno dos frutos, independentemente dos teores de nitrogênio. Por outro lado, Romano et al. (2002) estudaram a incidência de colapso interno na cv. Tommy Atkins em lavouras, com aplicação de nitrogênio na dose de 3 kg ha⁻¹ (N_{foliar} = 10,4 e Ca_{foliar} = 23,0 g kg⁻¹) e de 7 kg ha⁻¹ (N_{foliar} = 13,8 e Ca_{foliar} = 20,6 g kg⁻¹). Para este nível de N atingido na planta, os autores não confirmaram a hipótese de que o aumento da adubação nitrogenada teria provocado maior incidência de colapso interno.

Moraes et al. (2002) avaliaram a relação entre o equilíbrio de alguns nutrientes e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em mangueira 'Tommy Atkins', cultivadas no Vale do São Francisco. Observaram que as concentrações de Ca e Mg nos frutos sem sintomas foram maiores que naqueles com sintomas de distúrbio fisiológico (Tabela 7).

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas para as concentrações de nitrogênio e potássio, as relações N/Ca e K/Ca foram maiores nos frutos com sintomas na polpa e na casca para N/Ca e, na casca para K/Ca. O magnésio também parece estar envolvido no problema, uma

vez que os teores deste elemento foram significativamente maiores nos frutos sadios, na polpa e casca. Além disso, os frutos com sintomas do distúrbio fisiológico também apresentavam relação K/Mg mais elevada.

Tabela 7. Composição mineral da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ sem sintomas e com sintomas de distúrbio fisiológico. Petrolina - PE, 2002.

Composição	Polpa		Casca	
	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas
Mineral				
N (g/kg)	8,7 a ⁽¹⁾	9,4 a	7,6 b	9,4 a
P (g/kg)	11,2 a	10,2 a	8,4 a	11,9 a
Ca (g/kg)	0,5 a	0,3 b	2,3 a	1,9 b
Mg (g/kg)	1,2 a	0,9 b	2,8 a	2,5 b
B (mg/kg)	9,0 a	9,8 a	12,8 b	14,8 a
N/Ca	17,2 b	31,0 a	3,3 b	5,0 a
N/B	1008,1 a	967,2 b	598,5 a	644,0 a
Ca/B	59,8 a	33,6 a	180,6 a	129,6 b
K/Mg	9,3 a	11,6 a	3,2 a	4,9 a
K/Ca	22,3 a	33,2 a	3,7 b	6,3 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

A importância das relações N/Ca e K/Ca na ocorrência de distúrbios fisiológicos em manga, pode ainda ser atribuída ao papel metabólico que estes elementos desempenham sobre a absorção e translocação diferenciada dos mesmos no interior dos vegetais. Por outro lado, a absorção do Ca pelas plantas é bem menos eficiente, podendo inclusive ser inibida em presença de altas concentrações de K. Além disso, os vasos do floema, maior provedor de nutrientes para os frutos, e onde o Ca tem baixa mobilidade, apresentam sempre elevadas concentrações de K. Os teores de N e B na casca dos frutos com sintomas de distúrbio fisiológico foram maiores que os encontrados nos frutos sem sintomas (Tabela 6), observando-se o inverso com relação ao Ca e Mg. Como os teores de nutrientes na casca dos frutos

são normalmente mais elevados que na polpa, é possível que a determinação de nutrientes na casca seja mais indicada para a diagnose da fisiopatia, do que aquela determinada na polpa dos frutos. Essas ponderações estão embasadas nas altas relações N/Ca e K/Ca e na baixa relação Ca/B encontradas na casca dos frutos com sintomas de distúrbio fisiológico (Tabela 6). Os resultados das análises de solo e foliar, realizadas após a colheita, não indicaram qualquer nível de deficiência dos elementos essenciais, não sendo possível estabelecer correlação entre os níveis de nutrientes no solo e nas folhas, com o balanço na polpa e na casca dos frutos. Os autores concluem que os baixos teores 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 mangueira 'Tommy Atkins' e a determinação destes nutrientes na casca dos frutos pode expressar melhor a diagnose de desordem fisiológica.

A fim de manter a nutrição adequada das plantas com cálcio, as suas relações com outros nutrientes são muito importantes, visto que o aumento dos níveis de N, K, Mg pode resultar na redução do teor de Ca nas folhas e na polpa, podendo predispor o pomar à maior incidência de distúrbios fisiológicos nos frutos. Por outro lado, o baixo teor de fósforo predispõe a fruta a danos ocasionados por baixas temperaturas e senescência interna. Assim, vários nutrientes minerais, bem como as relações entre eles, estão relacionados às desordens fisiológicas em plantas (Marschner, 1995).

Pinto et al. (1994) verificaram, em um experimento no cerrado, que a adubação N, P e K associada ao gesso, incrementou a produção de 139 para 245 frutos e, ainda, reduziu a incidência do colapso interno. O melhor tratamento, com 150 g de N por planta e com 2,9 t/ha de gesso resultou, no quarto ano de experimentação, proporcionou o índice de 97% dos frutos considerados normais. Por outro lado, observa-se que as maiores doses de N reduziram a produção e a porcentagem de frutos normais das plantas (Tabela 8).

Portanto, o uso do gesso como fonte de Ca aplicado ao solo bem como doses moderadas de nitrogênio a médio prazo possibilitam maximizar a produção e minimizar a incidência de desordem fisiológica. Nota-se, assim, que a maioria dos estudos indica que mangueiras com equilíbrio nutricional e com maiores teores de Ca no fruto tendem a apresentar menor incidência do colapso interno.

Tabela 8. Efeito da adubação e da gessagem na média do número de frutos com e sem colapso em quatro anos de experimentação e a porcentagem de frutos normais obtidos no primeiro e no quarto ano de experimentação (Adaptado de Pinto et al., 1994).

N	Gesso	Frutos por planta			Frutos normais	
		Média	Com colapso	Sem colapso	1º ano	4º ano
g por planta	t/ha				%	
Testemunha ⁽¹⁾	0	139	76	63	15	40
150 ⁽²⁾	2,9	245	52	193	40	97
300 ⁽²⁾	2,9	198	90	108	33	58
600 ⁽²⁾	2,9	176	48	128	35	89

⁽¹⁾ Testemunha: sem adubação fosfatada, potássica e gesso.

⁽²⁾ Com adubação fosfatada (200 g P₂O₅ por planta, como superfosfato triplo) e potássica (480 g K₂O por planta).

e) Outros fatores que afetam a desordem fisiológica

Existem outros estudos que objetivaram avaliar as causas do colapso interno da fruta, apontando para outros nutrientes diferentemente do Ca, que poderiam afetar este distúrbio. De acordo com estes estudos, o fenômeno estaria relacionado ao estágio de maturação dos frutos e à época da colheita. Raymond et al. (1998b) compararam os teores de nutrientes de frutos sadios com aqueles sintomas de colapso interno em mangueiras ‘Tommy Atkins’ cultivadas na Flórida-EUA. Verificaram que a ocorrência do colapso interno esteve mais relacionado com o baixo teor de Cu e alto de P, do que com uma deficiência de Ca.

Quanto à época de colheita, Sampaio e Scarpate Filho (1998) procuraram determinar os fatores da relação planta/ambiente que predispõem os frutos da mangueira ‘Tommy Atkins’ a apresentarem distúrbios fisiológicos. Para tanto, foram analisados os posicionamentos dos frutos na planta, estádios de maturação e a relação vigor do ramo/fruto. As avaliações permitiram concluir que: a) o posicionamento dos frutos na planta não tem influência na ocorrência das desordens fisiológicas; b) existe certa relação entre o vigor dos ramos e a presença dos distúrbios nos frutos; c) o percentual de

ocorrência dos distúrbios fisiológicos é altamente influenciado pelo estágio de maturação do fruto à época de colheita, sendo de pequena monta em frutos colhidos precocemente.

Vale ressaltar que existem tecnologias paralelas que visam melhorar a qualidade das mangas, como o uso do ensacamento dos frutos no campo durante seu desenvolvimento, o que pode reduzir a incidência da doença e injúrias. Entretanto, o ensacamento dos frutos, por reduzir a transpiração, pode influenciar na acumulação do cálcio e afetar sua vida de prateleira. Joyce et al. (1997) avaliaram frutos de mangueira ‘Sensation’ ensacadas (papel e plástico) sete semanas antes da colheita. Os resultados não indicaram diferença nos teores de cálcio nos frutos, entre os dois tipos de sacos. O uso ou não do ensacamento dos frutos no campo não afetou a cor e a perda de peso após a colheita. Os sacos plásticos promoveram maior perda de água e, portanto, devem ser evitados.

Beasley et al. (1999) obtiveram respostas semelhantes em frutos de manga ‘Kensington’, ensacadas aos 9, 25 e 41 dias antes da colheita, não observando diferenças na acumulação de Ca após a colheita das mangas.

Salienta-se ainda, a existência de outras medidas para amenizar o problema da desordem fisiológica, tais como: nas cultivares sensíveis, como ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Van Dike’, colher os frutos fisiologicamente maduros (“de vez”); utilizar cultivares menos suscetíveis à desordem, como a cv. Haden.

Por fim, as práticas de raleio ou outras técnicas que resultem em frutos demasiadamente grandes podem aumentar os distúrbios fisiológicos, principalmente, devido ao efeito da diluição do cálcio no fruto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-SARRA, A.F.; ABU-GOUKH, A.A. Changes in pectinesterase, poligalacturonase and cellulase activity during mango fruit ripening. **Journal of Horticultural Science**, v.67,n.4, p.561-568, 1992.

BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. **Annual Review Phytopathology**, v.17, p.97-122, 1979.

BEASLEY, D.R.; JOYCE, D.C.; HOFMAN, P.J. Effect of preharvest bagging and of embryo abortion on calcium levels in 'Kensington Pride' mango fruit. Australian **Journal of Experimental Agriculture**, v.39,p.345-349,1999.

BURDON, J.N., MOORE, K.G, WAINRIGHT, H. Mineral distribution in mango fruit susceptible to the physiological disorder 'soft nose'. **Scientia Horticulturae**, v.48, p.329-336, 1991.

BURDON, J.N.; MOORE, K.G.; WAINRIGHT, H. Calcium distribution in mango fruit susceptible to the physiological disorder soft nose. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 23., Firenze, 1990. **Abstract**. Firenze: ISHS, 1990. v.1, p.693.

CASTRO NETO, M.T.de; REINHARDT, D.H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**,v.25, n.1, p.35-37,2003.

CLARK, C.J.; SMITH, G.S. Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit. 2. Fruit. **New Phytologist**, v.108,p.399-409,1988.

COM. FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4°. Aproximação. Lavras. 159p. 1989.

DIETZ, T.H.; THIMMA RAJU, K.R.; JOSHI, S.S. Structure and development of cuticle and lenticels in fruits of certain cultivars of mango. **Acta Horticulturae**,v.231,p.457-460,1988.

ESTRADA, C.G.; BLANCO, S.A.; VÁZQUEZ, R.M.; GARZA, A.M. Contenido y extracción de algunos nutrientes por el fruto de mango cv. Manila. **Agronomía tropical**,v.46,p.431-446,1996.

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.

EVANGELISTA, R.M., CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.254-257, 2002.

EVANGELISTA, R.M.; CHITARRA, A.D.; CHITARRA, M.I.F. Influência da Aplicação Pré- Colheita de Cálcio na Textura e na Atividade das Enzimas Poligalacturonase, pectinametilesterase e b- Galactosidase de Mangas 'Tommy Atkins' Armazenadas sob Refrigeração. **Cienc. Agrotec.**,v.24, p.174-181, 2000.

FARRÉ, J.M.; HERMOSO, J.M. Mulching and irrigation effects on growth, cropping and fruit quality of the mango cv.sensation. **Acta Horticulturae**, n.341, p.295-302, 1993.

FERREIRA, R.F. Colapso interno do fruto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANGICULTURA, 2., Jaboticabal, 1989. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1989. p.149-155.

GALAN-SAUÇO, V., GALVAN, D.R.; CALVO, R. Incidence of 'soft nose' on mangoes in the Canary Islands. **Proc. Fla. State Hort. Sci.** v.97, p. 358-360, 1984.

GERASOPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.7, p.65-72, 1996.

GUIMARÃES, P.T.G. Nutrição e adubação da mangueira. **Informe Agropecuário**, v.8,n.86,p.28-35,1982.

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. **The Indian Journal of Horticulture**, v. 36, n.2, p.140-144,1979.

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. **The Indian Journal of Horticulture**, v.36, n.2, p.140-144,1979.

HAAG, H.P.; SOUZA, M.E.P.; CARMELLO, Q.A.C.; DECHEN, A.R. Extração de macro e micronutrientes por frutos de quatro variedades de manga (*Mangífera indica* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**,v.47,p.459-477,1990.

HO, L.C.; ADAMS, P. Calcium deficiency-a matter of inadequate transport to rapidly growing organs. **Plants Today**, v.2,p.202-207,1989.

HUETT, D.O.; DIROU, J.F. An evaluation of the rationale for fertiliser management of tropical fruit crops. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.40,n.8,p.1137-1143,2000.

JOYCE, D.C.; BEASLEY, D.R.; SHORTER, A.J. Effect of preharvest bagging on fruit calcium levels, and storage and ripening characteristics of ‘Sensation’ mangoes. **Australian Journal of Experimental Agriculture**,v.37,p.383-389,1997.

JOYCE, D.C.; SHORTER, A.J.; HOCKINGS, P.D. Mango fruit calcium levels and effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. **Scientia Horticulturae**, v.91, p.81-89, 2001.

JUNIOR, M.F.; CHITARRA, A.B. Efeito da aplicação do cloreto de cálcio nos frutos da manga ‘Tommy Atkins’ tratados hidrotêrmicamente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v.34, n.5, p.761-769, 1999.

KUMAR, O.V.; KUMAR, G. Effect of pré-harvest foliar sprays of zinc on post-harvest changes in the quality of mango cv. Dashehari. **Acta Horticulturae**,v.231,p.763-770,1989.

LEE, S.R.; LIN, H.L.; SHIESH, C.C.; LEE, K.C. Effects of Ca fertilizers on leaf mineral **nutrient** concentrations as well as fruit Ca concentration and physiological disorder of ‘Chiin Hwang’ mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of the Chinese Society for Horticultural Science**, v.44,n.3,p.363-370,1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MALO, S.E.; CAMPBELL, C.W. Studies on mango fruit breakdown in Flórida. **Proceedings of Tropical Region American Society for Horticultural Science**, n.22,p.1-15,1978.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. **Diagnose foliar**. In: Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). 1999. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.p.143-168.

McKENZIE, C.B. Mango leaf analysis survey report 1995/96: laboratory variation, and relationship between leaf nutrient concentration, and fruit yield and quality. **Yearbook**, v.16,p.36-48,1996.

McKENZIE, C.B. Preliminary results of calcium and potassium uptake from foliar sprays on Sensation mango. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v.14, p.24–25, 1994.

McKENZIE, C.B. The effect of calcium and potassium foliar and fruit sprays on Sensation mango leaf nutrient concentration and fruit quality. **South African Mango Growers Association Yearbook**, v.15, p.24-25, 1995.

MENEZES, J.B. Colapso interno em manga : um problema sério de qualidade pós-colheita. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, v.16, p.10-11, 1997.

MOOTOO, A. Effect of postharvest calcium chloride dips on ripening changes in 'Julie' mangoes. **Trop. Sci.** v.31, p.243–248, 1991.

MORAES, P.L.D.; ASSIS, J.S.; SILVA, D.J. Equilíbrio Nutricional e Distúrbios Fisiológicos em Manga Tommy Atkins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém. 2002. **Resumos**. Jaboticabal: SBF, 2002.(CD-ROM).

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

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

PINTO, A.C.Q. **Teorática no cultivo da manga**: sinopse. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000.39p.

PINTO, P.A.C.; DIAS, L.E.; CHOUDHURY, M.M.; VIEIRA, G. Evaluation of the nutritional status of mango tomy atkins in the sub middle são francisco river valley: establishment of rules DRIS. **Acta Horticulturae**, 2003 (prelo).

POOVAIAH, B.W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. **HortScience**, v.20, n.3, p.347-351, 1985.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Chicago, **Food Technology**, v.40,p.86-89,1986.

PRADO, R.M.; ROQUE, C.G. Uso alternativo da grade aradora superpesada na correção da acidez do solo em profundidade e na produção da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 275-281, 2002.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van.; PIZA JR. C. T. **Frutíferas**. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.121-130.(Boletim técnico, 100).

RABELO, J.E.S.; SILVA, M.M.; GASPAS, J.W.; COUTO, F.A.A. Efeito da aplicação foliar de cloreto de cálcio e ácido bórico sobre o “colapso interno” da manga “Tommy Atkins”. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O.M. (Coord.) **Manga**: tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p.136-138.

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**, v.13, p.59-70,1998a.

RAYMOUND, L.; SCHAFFER, B.; BRECHT, J.K.; HANLON, E.A. Internal breakdown, mineral element concentration, and weight of mango fruit. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.5,p.871-889,1998b.

RICARDO, C.P.P. Aspectos da fisiologia do cálcio nas plantas. **Garcia de Orta-Série de Estudos Agronomicos**, v.10, n.1/2, p.65-76, 1983.

ROMANO, D.H.M.; MENDONÇA, V.; SILVA, A.V.C.; TAVARES, J.C.; PIO, R. Colapso interno em manga: níveis de adubação nitrogenada e armazenamento refrigerado dos frutos da cv. Tommy Atkins. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38,p.29-36,2002.

SAMPAIO, V.R., SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A. Distúrbios fisiológicos da manga: efeito da aplicação de Ca em pulverização foliar. **Scientia agricola**,v.56, n.2, p.459-463,1999.

SAMPAIO, V.R.; SCARPARE FILHO, J.A. Ocorrência de Distúrbios Fisiológicos em manga, var. Tommy Atkins. **Scientia agricola**,v.55,n.1, p.48-52,1998.

SAMS, C.E.; CONWAY, W.S. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble pectin content, and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.109, n.1, p.53-57, 1984.

SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. Handbook of environmental physiology of fruit crops. Florida: CRC, 1994. 310p.

SILVA, A.V.C.; MENEZES, J.B. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. **Scientia agricola**, v.58,n.1, p.67-72, 2001.

SIMÕES, A.N.; MENEZES, J.B.; LIMA, S.E. V. D'AL.; SILVA, G.F.DA, FREITAS, D.F.DE; MENDONÇA, F.V.DE S. Qualidade pós-colheita de

manga, submetida a estresse hídrico e indução floral com nitrato de potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém. 2002. **Resumos**. Jaboticabal: SBF, 2002.(CD-ROM).

SINGH, R.; CHANDEL, J.S.; BHANDARI, A.R. Effect of soil-moisture regime on plant growth, fruit quality and nutrient uptake of mango (*Mangifera indica*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.68, n.3, p.135-138, 1998.

TIRMAZI, S.I.H., WILLS, R.B.H. Retardation of ripening of mangoes by postharvest application of calcium. **Trop. Agric.** v.58, p.137-141, 1981.

VAN EEDEN, S.J. Calcium infiltration as a possible postharvest treatment to increase storage potential of mango fruit. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v.12, p. 26-27, 1992.

WAINWRIGHT, H.; BURBAGE, M. B. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, v.64, n.2, p.125-135, 1989.

WILLS, R.B.H.; Sirivatanapa, S. Evaluation of postharvest infiltration of calcium to delay the ripening of avocados. **Aust. J. Exp. Agric.** v.28, p.801-804, 1988.

YOUNG, T.W., KOO, R.J.C.; Miner, J.T. Effects of nitrogen, potassium and calcium fertilization on 'Kent' mangoes in deep, acid, and sandy soil. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** v.75, p.364-371, 1962.

YOUNG, T.W. 'Soft nose', a physiological disorder in mango fruit. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** v.70, p.280-283, 1957.

YUEN, C.M.C.; TAN, S.C.; JOYCE, D. et al. Effect of postharvest calcium and polymeric films on ripening and peel injury in Kensington Pride mango. **ASEAN Food Journal**, v.8, n.3, p.110-113, 1993.

YUNIARTI S. Ripening retardation of Arumanis mango. **ASEAN Food Journal**. v.7, 207-208, 1992.

ZAMBRANO, J.; MANZANO, J. Efecto de la aplicacion de sales de calcio sobre la maduracion de frutos de mango. **Agronomia Tropical**, v.45, p.407-415, 1995.

