



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

YURI ALYSSON CARVALHO VIEIRA

COMPOSIÇÃO MINERAL E QUALIDADE DE FRUTOS DE
MANGUEIRA CV. KENT

PETROLINA-PE

2018

YURI ALYSSON CARVALHO VIEIRA

**COMPOSIÇÃO MINERAL E QUALIDADE DE FRUTOS DE
MANGUEIRA CV. KENT**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

PETROLINA - PE

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me abençoar e me guiar ao longo dessa caminhada, com saúde, sabedoria, força e paciência para lidar com todas as adversidades e dificuldades e nunca me deixar desistir.

À minha mãe, Ednaide Lopes de Carvalho Gondim, exemplo de ser humano, amor e dedicação, que sempre esteve ao meu lado e não mediu esforços para a realização desse sonho, que também é dela!

Ao meu pai, Álvaro Gildo Vieira, pela torcida e apoio às minhas decisões!

À minha irmã, Nayra Carvalho, pelo carinho e amor, e por sempre querer o melhor para mim.

Ao meu padrasto, Antônio Gondim, um segundo pai, por toda ajuda e amizade.

À minha namorada, Taís Fontes, por todo incentivo e companheirismo, sempre me ajudando e me aturando nos momentos bons e ruins.

Aos demais familiares, pela torcida e amizade, em especial, ao meu padrinho Edízio Lopes de Carvalho, inspiração para a realização desse curso.

A todos os professores do curso pelos ensinamentos e, em especial, ao meu orientador, prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pela oportunidade, confiança, paciência e cuidado durante todo curso, contribuindo diretamente para a realização desse trabalho, assim como para minha formação profissional e pessoal.

Ao amigo Jackson Teixeira Lobo, pelos conhecimentos repassados, direcionamento, colaboração, disponibilidade e, sobretudo, amizade! Você é o cara!

Aos membros e colegas do FRUTVASF, pelo acolhimento e apoio; em especial, aos amigos Gleidson Lima, Tullyus, Karine Barbosa e Laura Paula, pela ajuda e companheirismo.

Ao professor Acácio Figueiredo Neto, membro da banca examinadora, pela aceitação do convite, se mostrando sempre solícito.

Aos professores Augusto Miguel e Karla dos Santos Melo de Sousa por disponibilizarem os laboratórios para realização dos estudos.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

A todos os amigos que fiz durante a graduação, vocês foram essenciais nessa minha vitória! Meu muito obrigado!

RESUMO

O mercado brasileiro produz frutos de mangueira com alta qualidade, tendo, portanto, um grande potencial para exportação. Com relação à cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.), a melhor qualidade de seus frutos depende diretamente das características genéticas, ponto de colheita e aspectos ligados ao estado nutricional das plantas. Dentro dessa perspectiva, objetivou-se caracterizar a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Kent produzidos em condição semiárida irrigada, quantificar os teores de minerais presentes na casca e na polpa dos frutos e avaliar a relação entre esse conjunto de variáveis. Para isso, foram realizadas análises de pós-colheita, onde se avaliou diâmetro longitudinal e transversal, massa dos frutos, massa da polpa e massa do caroço, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* SS/AT, pH e firmeza de polpa. Os nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e boro (B). Os resultados demonstraram que as variáveis de qualidade encontraram-se de acordo com o descrito para a cultivar, e os teores nutricionais, com exceção do magnésio, estavam em níveis adequados. Com exceção do potássio, os demais nutrientes se apresentaram em maior concentração na casca do que na polpa. Quanto às análises de correlação, observou-se que houve interação entre os teores de potássio na polpa e a massa do fruto, assim como entre os nutrientes boro e potássio na casca, onde as duas correlações foram positivas e significativas. Os valores de cálcio na polpa apresentaram concentrações elevadas, com frutos apresentando boa qualidade pós-colheita para o mercado externo. A concentração de potássio na polpa do fruto influenciou positivamente a massa do fruto.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L.. Nutrição. Qualidade Pós-colheita.

ABSTRACT

The Brazilian market produces high quality hose fruits and therefore has great potential for export. Regarding the mango tree (*Mangifera indica* L.), the best quality of its fruits depends directly on the genetic characteristics, harvesting point and aspects related to the nutritional state of the plants. From this perspective, the objective was to characterize the physical-chemical quality of hose fruits cv. Kent produced in irrigated semi-arid conditions, to quantify the mineral content of the fruit peel and pulp, and to evaluate the relationship between this set of variables. For this, post-harvest analyzes were performed, where longitudinal and transverse diameter, fruit mass, pulp mass and seed mass, soluble solids, titratable acidity, SS / AT ratio, pH and pulp firmness were evaluated. The nutrients analyzed were: nitrogen (N), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and boron (B). The results showed that the quality variables were in agreement with that described for the cultivar, and nutritional contents, except for magnesium, were at adequate levels. With the exception of potassium, the other nutrients presented in a higher concentration in the bark than in the pulp. Regarding the correlation analyzes, it was observed that there was interaction between the potassium contents in the pulp and the fruit mass, as well as between the boron and potassium nutrients in the bark, where the two correlations were positive and significant. The values of calcium in the pulp presented high concentrations, with fruits presenting good postharvest quality for the external market. The potassium concentration in the fruit pulp positively influenced the fruit mass.

Keywords: *Mangifera indica* L.. Nutrition. Post-harvest quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental antes da instalação dos tratamentos. 10

Tabela 2 - Análise nutricional foliar de mangueira cv. Kent durante a florada plena.11

Tabela 3 - Estatística descritiva das variáveis de qualidade físico-químicas de frutos de mangueira cv. Kent. 13

Tabela 4 - Estatística descritiva do conteúdo nutricional em casca e polpa de frutos de mangueira cv. Kent. 15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT	Acidez titulável
B	Boro
Ca	Cálcio
COT	Carbono orgânico total
K	Potássio
LBF	Libras força
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
NaOH	Hidróxido de sódio
pH	Potencial de hidrogênio
SS	Sólidos solúveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mangueira pode ser cultivada em todo o território brasileiro, devido a sua boa adaptação e clima, mas que tem nas regiões Nordeste e Sudeste a maior concentração da produção, ocupando o oitavo lugar no *ranking* mundial de produção de manga (FÁVERO, 2008; FAOSTAT, 2017). Pertencente à família Anacardiaceae e à classe dicotiledônea, a *Mangifera indica* L. é uma árvore tropical originária da Ásia que apresenta uma considerável variação das características químicas em sua composição, (LOPES et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2017).

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com produção de aproximadamente 41,5 milhões de toneladas ao ano, ficando atrás somente da China e Índia, primeiro e segundo lugares, respectivamente (FAO, 2015).

Com um grande potencial para exportação de manga, o mercado brasileiro produz frutos com alta qualidade, realizando todos os tratamentos necessários ao desenvolvimento e obtenção desse padrão (LUCAFÓ e BOTEON, 2001). Para tanto, uma melhor qualidade dos frutos da mangueira depende de um conjunto de fatores, dentre os quais, fator genético, ponto ideal de colheita e aspectos ligados ao estado nutricional das plantas (PRADO, 2004).

As exportações da manga destinam-se majoritariamente ao Oriente Médio, Canadá, Estados Unidos e, sobretudo, à União Europeia, cuja preferência é dada por frutos de pouca ou nenhuma fibra, coloração intensa e peso médio estabelecido de acordo com cada espécie (ARAUJO e GARCIA, 2012). Nesse aspecto, a produção brasileira voltada à exportação, em especial a região do Submédio do Vale do São Francisco, tem investido, nos últimos anos, no cultivo de promissoras cultivares que apresentam essas características para fins de exportação, entre elas a manga 'Kent' (IBRAF, 2015).

A cultivar Kent, originária da Flórida, EUA, é bastante demandada para o mercado de exportação devido suas características de ciclo reprodutivo de médio a curto prazo, frutos com forma oblonga ou oval, cujo peso varia entre 491 e 741g e sua coloração específica atrativa, variando entre verde amarelado

e vermelho purpúreo. Além dessas particularidades, a manga Kent possui pouca quantidade de fibra, o que lhe confere alta qualidade de polpa, bem como sabor bastante agradável. Quanto às características químicas, a manga Kent apresenta teor de sólidos solúveis que pode chegar a 18,74°Brix, acidez total de 0,58% e pH entre 3,7 e 5,4. Ademais, possui um ciclo de maturação médio a tardio, o que lhe confere mais uma característica atrativa ao mercado de exportação (MANICA, 2001).

A nutrição afeta de forma significativa a produtividade e a qualidade dos frutos, bem como a conservação pós-colheita (FERNANDES e NASCIMENTO, 2004). Diversos estudos demonstram a influência do estado nutricional sobre a qualidade dos frutos da mangueira (PRADO, 2004; DICK et al., 2009; CEPEDA et al., 2009; SILVA et al., 2012; AULER e NATALE, 2013; MARTINEZ et al., 2015), no entanto, são raros os trabalhos que correlacionam e quantificam a composição nutricional dos frutos e a sua influência nos mesmos.

Assim, o presente estudo objetivou caracterizar a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Kent produzidos em condição semiárida irrigada, quantificar os teores de minerais presentes na casca e na polpa dos frutos e avaliar a relação entre esse conjunto de variáveis.

2 METODOLOGIA

No presente trabalho foram avaliados frutos de manga Kent produzidos em pomar comercial na cidade de Petrolina-PE (9° 09' S, 40° 22' O e a altitude de 365,5 m acima do nível do mar). A região apresenta clima tropical semiárido, do tipo BSwH e é caracterizada pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas irregulares no verão e elevada evaporação devido às altas temperaturas (SILVA et al., 2016).

O experimento foi realizado no ano de 2017, onde as plantas possuíam dez anos de idade, com espaçamento de 3 x 5 m, irrigadas por microaspersão com um emissor por planta com vazão de 60 L h⁻¹. Todos os tratamentos culturais, incluindo poda, controle de plantas invasoras, pragas e doenças, bem como a colheita, foram realizadas de acordo com as normas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2003), enquanto o manejo nutricional foi realizado por meio de sistema de fertirrigação, de acordo com a análise do solo (Tabela 1) e a demanda da cultura (SILVA et al., 2002).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental antes da instalação dos tratamentos

Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. g Kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H + Al)	SB	V
				----- cmol _c dm ⁻³ -----							
											%
0 – 40	6,3	12	16	0,35	0,13	4,5	1,8	0	1,92	6,78	78

Em pleno florescimento, coletaram-se por tratamento quatro amostras compostas por doze folhas do último fluxo vegetativo nos quatro quadrantes e em altura mediana da copa, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e conduzidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Os critérios para coleta das folhas seguiu as recomendações de Malavolta et al. (1997). Após lavagem com água destilada, as folhas foram postas em saco de papel para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até massa constante, moídas em moinho de facas de aço inoxidável (tipo Willey) e armazenadas em recipiente hermeticamente fechado. Nas amostras foram determinados os teores de N (g

kg⁻¹), P (g kg⁻¹), K (g kg⁻¹), Ca (g kg⁻¹), Mg (g kg⁻¹), Mn (mg kg⁻¹), Fe (mg kg⁻¹), Zn (mg kg⁻¹) e B (mg kg⁻¹) de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise química foliar de mangueira cv. Kent durante a florada plena.

N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B
	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----		
15,33	1,55	7,38	15,66	1,30	153,33	31,52	17,07	160,65

Durante o período de pré-florada, início da florada e florada plena, definidas conforme critério de Ramírez e Davenport (2010), as plantas foram pulverizadas com bioestimulante contendo nutrientes solúveis (N orgânico 6 % e COT 20,8 %), aminoácidos livres e extrato de alga marinha *Lithothamnium* (2,5 mL L⁻¹) (Fylloton®).

Os frutos de mangueira Kent no estágio 2 de maturação foram colhidos e acondicionados em ambiente refrigerado (22°C) até atingirem o estágio 4 de maturação (FILGUEIRAS, 2000). Doze dias após o armazenamento, quando os frutos encontravam-se no estágio de interesse, as análises físico-químicas foram realizadas seguindo as recomendações do Instituto Adolf Lutz (2008), como segue: diâmetro (mm) longitudinal e transversal, obtidos por meio de paquímetro digital; massa (g) dos frutos, massa (g) da polpa e massa (g) do caroço, determinadas em balança de precisão; sólidos solúveis identificados por leitura em refratômetro ABBE (°Brix); acidez titulável, determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N e expressa em g de ácido cítrico/100 g; *ratio* SS/AT; pH, determinado em pHmetro de bancada e firmeza de polpa em penetrômetro manual com ponteira de 8 mm (kgf cm⁻²), os frutos também foram analisados quanto à ocorrência e frequência da desordem fisiologia conhecida como colapso interno.

Após as análises de pós-colheita, a polpa e a casca dos frutos foram separadamente secas em estufa de circulação forçada de ar (60°C) até peso constante, moídas em moinho de facas (tipo Willey) e utilizadas para determinação dos teores de nitrogênio (g kg⁻¹), potássio (g kg⁻¹), cálcio (g kg⁻¹),

magnésio (g kg^{-1}) e boro (mg kg^{-1}) de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os dados das variáveis de qualidade físico-química dos frutos e nutricionais da casca e da polpa foram submetidos à análise de variância e de correlação simples ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas seguiram as recomendações de Banzatto e Kronka (1995) e usou-se os softwares ASSISTAT 7.7 e SigmaPlot 10.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa média dos frutos do presente trabalho correspondeu a 635,6 g (Tabela 3), corroborando com os valores descritos por Manica et al. (2001) para frutos obtidos de mangueira Kent. De acordo com a Instrução Normativa 38/2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a manga pode ser classificada em calibres, o qual corresponde ao número de frutos necessários para totalizar 6 kg de peso líquido (MAPA, 2012). Ao se considerar a média registrada no presente trabalho, os frutos podem ser classificados como calibre de número 9, o qual, de acordo com Araújo e Garcia (2012), é o calibre de maior aceitação para exportação à União Europeia (calibres 8 e 9), principal destino da produção nacional de mangas.

Tabela 3 - Estatística descritiva das variáveis de qualidade físico-químicas de frutos de mangueira cv. Kent.

	Variável										
	DT	DL	RP	MP	MC	MF	Firmeza	SS	AT	SS/AT	pH
Média	124,43	100,86	66	419,29	78,50	635,59	3,21	16,85	0,37	45,16	4,15
DP	6,24	4,78	5,8	67,49	8,68	91,16	1,8	1,15	0,12	9,41	0,36
Amplitude	15,74	15,1	16,4	146,05	26,75	256,94	4,2	4	0,36	42,09	0,86
C.V. (%)	5,02	4,73	8,8	16,10	11,06	14,34	54,67	6,84	32,79	20,85	8,80

RP- Rendimento de polpa (%); DP- Desvio padrão; DT- Diâmetro transversal (mm); DL- Diâmetro longitudinal (mm); MP - Massa da polpa (g); MC - Massa da casca (g); MF - Massa do fruto (g); Firmeza (libra-força/lbf); SS- Sólidos solúveis totais (°Brix); AT- Acidez titulável (g 100 g⁻¹ de ácido cítrico); pH- da polpa; C.V. = coeficiente de variação

A firmeza da polpa e a sua alteração é uma propriedade bastante utilizada para avaliar o amadurecimento da manga (COCOZZA, 2003). O valor médio obtido nesse estudo foi de 3,21 lbf (Tabela 3), constituindo resultado satisfatório para o consumo quando comparado aos descritos por Mitcham e McDonald (1992) que determinam valores aceitáveis mínimos de 1,94 a 2,21 lbf, bem como por Brecht et al. (2017), os quais afirmam que o estado de maturação mais bem aceito para consumo das mangas em relação à sua firmeza é classificado como maduro-macio, obtido quando as frutas se encontram com valores de firmeza no intervalo entre 2 e 6 lbf.

Em relação às características químicas, obteve-se valor médio de sólidos solúveis de 16,8°Brix (Tabela 3), valor compatível ao encontrado por

Silva et al. (2012) para cultivar Kent já no estágio de maturidade completa na planta, no momento da colheita. Quando comparado aos resultados de Batista et al. (2015), cuja análise se deu em frutos da mesma cultivar em maturação completa após armazenamento em ambiente semelhante ao do presente trabalho, observa-se que os valores obtidos são bem superiores, uma vez que Batista et al. (2015) obtiveram valores médios de apenas 12,2°Brix. Ademais, comparando-se os valores obtidos no estudo à faixa ideal de sólidos solúveis considerada por Manica et al. (2001) para a cultivar Kent, cujos valores estimados se encontram entre 13,17 e 18,74°Brix, pode-se considerar o resultado obtido no referente trabalho bastante significativo para a variável analisada.

Os frutos avaliados apresentaram valor médio de pH 4,1 (Tabela 3), encontrando-se semelhantes aos obtidos por Batista et al. (2015) e descritos por Manica et al. (2001) com pH médio de 4 para a cultivar Kent no mesmo estágio de maturação. De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Manga (BRASIL, 2000), o valor de pH deve ser entre 3,3 e 4,5, e a acidez de no mínimo 0,32 (g 100g⁻¹). A determinação do potencial de hidrogênio (pH) nos alimentos é de suma importância devido, sobretudo, à sua influência sobre a palatabilidade dos mesmos (CHAVES, 1993 *apud* MONÇÃO et al., 2010). Cecchi (2003) afirma que tal parâmetro é importante também na avaliação de algumas características, tais como o nível de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas e verificação de estado de maturação de frutas.

A acidez total titulável obtida no referente trabalho foi de 0,37 (g 100 g⁻¹) de ácido cítrico (Tabela 3), sendo semelhante ao encontrado por Martinez et al. (2015) em frutos maduros com oito dias de armazenamento, e abaixo do que foi apresentado nos resultados de Cepeda et al. (2009), cujo valor encontrado foi de 0,6 (g 100 g⁻¹) após armazenamento de seus frutos em condições parecidas com as do referido trabalho. Análogo aos demais, Batista et al. (2015) obtiveram 0,39 (g 100 g⁻¹) também para a manga Kent, enquanto Manica et al. (2001) citam que a acidez da cultivar em estudo encontra-se entre 0,41 a 0,58. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez do fruto está atrelada ao

seu flavor, que, conseqüentemente, caracteriza seu sabor e aroma, sendo o primeiro dependente da relação entre ácidos orgânicos e sólidos solúveis.

A relação sólidos solúveis /acidez titulável (SS/AT) no fruto indica o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e os ácidos orgânicos presentes no mesmo, que está diretamente ligada ao seu sabor (VIÉGAS, 1991). Batista et al. (2015) obtiveram valor de 31,67 para a relação, valor esse inferior ao encontrado no presente trabalho, o qual apresentou valor de 45,4 (Tabela 3), estando acima também do citado por Manica et al. (2001) para a mesma cultivar (43,9). Cepeda et al. (2009) obtiveram valores baixos da relação SS/AT para a manga Kent. Os dados comprovam que os frutos desse trabalho atingiram seu estado de maturação ideal com características favoráveis ao mercado.

Com relação à composição nutricional dos frutos, quanto as concentrações de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e boro (B), observa-se que houve incremento médio de aproximadamente 27% (Ca), 39% (Mg) e 41% (B) das respectivas concentrações na casca em relação à polpa (Tabela 4).

Tabela 4 - Estatística descritiva do conteúdo nutricional em casca e polpa de frutos de mangueira cv. Kent.

	Nutrientes na polpa				
	N (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
Média	5,82	17,75	6,99	0,70	16,35
Desvio Padrão	1,11	3,11	0,39	0,13	4,06
C.V. (%)	19,04	17,53	5,60	19,05	24,83
	Nutrientes na casca				
	N (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
Média	5,85	16,75	9,57	1,15	27,93
Desvio Padrão	0,48	4,72	0,80	0,17	7,97
C.V. (%)	8,16	28,19	8,34	15,04	28,53

C.V. = coeficiente de variação

O valor médio de nitrogênio encontrado tanto na polpa quanto na casca do fruto (Tabela 4) são inferiores aos encontrados por Assis et al. (2004) para a cultivar Tommy Atkins, os quais registraram 8,69 g kg⁻¹ para polpa e 7,61 g kg⁻¹ para a casca, mas superiores aos encontrados por Silva et al. (2002) para cultivar Sensation (4,8 g kg⁻¹ para casca e polpa). Laborem et al. (1979), no entanto, encontrou valor próximo ao obtido pelo presente trabalho para polpa

da mesma cultivar Kent ($6,6 \text{ g kg}^{-1}$). A elevada concentração desse nutriente na polpa, associada a níveis mais baixos de cálcio têm sido associada à desordem fisiológica denominada colapso interno (QUAGGIO, 1996), o que não foi evidenciado no devido trabalho. Ao observar o resultado de nitrogênio obtido na análise foliar ($15,33 \text{ g kg}^{-1}$ - Tabela 2), e comparando-o aos descritos por Quaggio (1996), seu teor no presente trabalho encontrou-se acima do considerado adequado ($12 \text{ a } 14 \text{ g kg}^{-1}$), mostrando que o suprimento desse nutriente foi realizado adequadamente. Considerado um dos nutrientes mais importantes para a mangueira, o nitrogênio é fundamental no crescimento e produção de frutos (SILVA et al., 2002), fazendo parte de diversos constituintes da planta, tais como aminoácidos e, conseqüentemente, proteínas, bem como ácidos nucleicos, componentes essenciais para todos os organismos vivos (TAIZ e ZEIGER, 2017).

No referente estudo, observou-se uma elevada concentração de K na polpa ($17,75 \text{ g kg}^{-1}$) e na casca ($16,75 \text{ g kg}^{-1}$) dos frutos (Tabela 4), inclusive superiores aos encontrados por Assis et al. (2004) os quais foram de $11,22$ e $8,37 \text{ g kg}^{-1}$ para polpa e casca de frutos de Tommy Atkins, respectivamente. Do mesmo modo, esses resultados se mostraram ainda mais superiores aos obtidos por Laborem et al. (1979), cuja análise determinou um teor de $5,5 \text{ g kg}^{-1}$ desse nutriente na polpa para a referida cultivar Kent. Comparado aos teores foliares apresentados na Tabela 2, na qual o potássio apresentou teor considerado adequado segundo Quaggio (1996), pressupõe-se que o valor obtido desse nutriente no fruto é decorrente do bom estado nutricional que se encontrava a planta no período da florada plena.

De tal forma, a concentração de potássio na polpa apresentou correlação positiva e significativa para a massa do fruto. Esse resultado pode ser comparado ao encontrado por Carneiro et al. (2015), os quais observaram que a fertilização potássica apresentou efeito significativo sobre a massa do fruto de manga Palmer, conseqüência possivelmente decorrente da função do potássio sobre atividades metabólicas e síntese e transporte de carboidratos e água para o fruto, resultando em mangas com maior massa (NATALE et al., 1996). Adicionalmente, o potássio é um macronutriente que apresenta funções importantes para a produção, crescimento e metabolismo dos frutos, como, por exemplo, funções de ativador enzimático, regulador osmótico, auxiliar no

transporte de carboidratos e na manutenção do equilíbrio eletroquímico nas células, além de exibir um resultado significativo sobre a extensibilidade celular que, conseqüentemente, atua sobre o tamanho e parâmetros qualitativos dos frutos de manga, tais como sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH (RÖMHELD e KIRBY, 2001; FERREIRA, 2014).

Os resultados obtidos para as concentrações de cálcio ($6,99 \text{ g kg}^{-1}$ de polpa e $9,57 \text{ g kg}^{-1}$ de casca) (Tabela 4) são próximos aos demonstrados por Martinez et al. (2015) para a cultivar Kent ($7,93 \text{ g kg}^{-1}$ de polpa) e, consideravelmente superiores aos apresentados para a cultivar Tommy Atkins por Moraes et al. (2002), os quais encontraram uma média de $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ de polpa, e Medina (1997) que obteve $3,7 \text{ g kg}^{-1}$ de casca e $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ de polpa de mangas Tommy Atkins.

Ressalta-se ainda que a concentração de cálcio pode estar relacionada ao aparecimento de algumas desordens fisiológicas em plantas, tais como o colapso interno no fruto da manga, para o qual frutos sem tal sintoma apresentam concentrações significativamente maiores de cálcio quando comparados aos que apresentam o sintoma (ASSIS et al., 2004). Outra desordem que também pode estar relacionada à concentração de cálcio é a *fruit pitting*, segundo Sharma e Singh (2009), porém a desordem não foi registrada em nenhum fruto, demonstrando que além da realização de análise foliar e de solo, é necessário conhecer a cultivar a ser cultivada para que se possa fazer um bom manejo nutricional de acordo com suas exigências.

O maior teor de cálcio na casca dos frutos pode ser justificado pelo fato de que as células da polpa apresentam vacúolos maiores, onde se encontra apenas o cálcio ligado a enzimas, o que é mais compatível com as funções citoplasmáticas. Em contrapartida, na casca, os tecidos são, em grande parte, de proteção, contendo maior quantidade de parede celular, constituída por fibras ricas em pectatos de cálcio e de magnésio (GUNJATE et al., 1979). Em relação ao cálcio, Silva et al. (2002) afirmam que esse macronutriente também se demonstra imprescindível para diversos processos metabólicos da planta, dentre os quais, a atuação na síntese proteica, ativação enzimática, assimilação de nitrogênio e transporte de compostos como carboidrato e aminoácidos. O mesmo autor, afirma que no fruto, esse nutriente deve-se

apresentar em elevada concentração, uma vez que é responsável pela manutenção da consistência e firmeza da polpa durante o amadurecimento.

Para o magnésio, os resultados obtidos para polpa e casca apresentaram teores médios de 0,70 e 1,15 g kg⁻¹ (Tabela 4), respectivamente, demonstrando-se relativamente inferiores ao obtido para a polpa da mesma cultivar (2,97 g kg⁻¹) por Martinez et al. (2015). Para Tommy Atkins, Medina (1997) encontrou um teor de 1,1 g kg⁻¹ para casca e 0,5 g kg⁻¹ para polpa, enquanto Moraes et al. (2002) encontraram 2,75 g kg⁻¹ na casca e 1,23 g kg⁻¹ na polpa. O magnésio, embora presente em quantidades relativamente baixas quando comparado aos demais macronutrientes, é um constituinte da clorofila, além de participar da síntese de aminoácidos na planta (SILVA et al., 2002).

O menor valor de Mg em relação aos demais nutrientes pode estar relacionado, além da própria demanda da mangueira, com os altos teores de potássio e cálcio encontrados nos frutos analisados, o que resulta em uma diminuição da absorção do magnésio pelos mesmos (SILVA et al., 2002). Adicionalmente, é pertinente destacar que os teores de magnésio nas folhas do respectivo ciclo de avaliação conforme visto na Tabela 2, também estavam baixos conforme critério de suficiência definido por Quaggio (1996).

Os valores de B no presente estudo foram de 17,74 mg kg⁻¹ para polpa e 27,92 mg kg⁻¹ para a casca (Tabela 4), portanto compatíveis com os resultados de Laborem et al. (1979) para mesma cultivar (20 mg kg⁻¹ na polpa). É importante salientar que tanto o B quanto Ca foram identificados por Sharma e Singh (2009) como sendo nutrientes diretamente relacionados com a desordem fisiológica conhecida como *fruit pitting*, identificada em Tommy Atkins em frutos com concentração de B na polpa inferior a 28 mg kg⁻¹, o que não ocorreu no presente trabalho, no qual não foram registrados nenhum fruto com a citada desordem, mesmo com concentrações de B bastante inferiores às identificadas por Sharma e Singh (2009). No mesmo sentido Saran e Kumar (2011) identificaram desordem fisiológica em manga cv. Dasherari com concentração de 20,64 mg kg⁻¹. Esses resultados reforçam a necessidade de manejo de fertilização e identificação de níveis nutricionais adequados para cada cultivar, considerando as diferenças genéticas.

O boro é considerado um nutriente de suma importância para a parede celular, atuando como um componente estrutural da mesma, bem como para a

polinização e desenvolvimento de frutos e para a absorção de cálcio (GENU e PINTO, 2002; FERREIRA, 2014).

A interação boro x potássio na casca foi positiva e significativa ($r = 0,902^*$), corroborando com Ferreira (2014), o qual descreveu que quanto maior o suprimento de boro, maior a absorção de potássio pelas plantas. A influência do boro na absorção de potássio em plantas também foi verificada em outros experimentos sob condições controladas (SMITH e REUTHER, 1949).

4 CONCLUSÕES

Nos frutos de manga Kent, os teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e boro (B) são maiores na casca, enquanto as concentrações de potássio (K) são superiores na polpa em relação à casca.

As concentrações de cálcio na polpa da manga cv. Kent com qualidade pós-colheita para o mercado externo podem ser consideradas elevadas.

A concentração de potássio na polpa correlaciona-se positivamente com a massa do fruto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. P. Estudo do Mercado de Manga na União Europeia. **Documento técnico científico**. v. 43, n. 2, 2012.

ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORALES, P. L. D. Nutritional balance and physiological disorders in mango "Tommy Atkins". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 326-329, 2004.

AULAR, J.; NATALE, W. NUTRIÇÃO MINERAL E QUALIDADE DO FRUTO DE ALGUMAS FRUTÍFERAS TROPICAIS:GOIABEIRA,MANGUEIRA,BANANEIRA E MAMOEIRO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3ª edição. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 176-184, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, n. 6, p. 54 58.Brasília, 10 de janeiro de 2000.

BRECTH, .K.; SARGENT, S. A.; KADER, A. A.; MITCHAM, E. J.; MAUL, F.; BRECHT, P. E.; MENOCA, O. **Mango postharvest best management practices manual**. Flórida: UF/IFAS Extension. 62 p. 2017.

CARNEIRO, M. A.; SOUSA, K. S. M.; CAVALCANTE , I. H. L.; LIMA, A. M. N.; ALENCAR, F. C.; COSTA, E. R. **Influencia da fertirrigação com cloreto de potássio na qualidade da manga cv. Palmer no Vale do Submédio do São Francisco**, Resumos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo: O solo e suas múltiplas funções. 2015.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CEPEDA, J. S.; RANGEL, D. M.; SAÑUDO, M. B.; LIZARDE, E. A.; OJEDA, A. I. CALIDAD POSCOSECHA DE CULTIVARES DE MANGO DE MADURACIÓN TEMPRANA, INTERMEDIA Y TARDÍA. **Revista de Fitotecnia**, v. 32, n. 1, p. 45 – 52, México, 2009.

CHAVES, J. B. P. Noções de microbiologia e conservação de alimentos. Viçosa: UFV, 1993 *apud* MONÇÃO, E. C.; SILVA, E. F.; SOUSA, P. B.; SILVA, M. J. M.; SOUSA, M. M. **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CENTESIMAL DE POLPAS CONGELADAS DE CAJÁ (Spondiasmombin L.) E DE MANGA (Mangifera indica L.) CONSUMIDAS EM TERESINA-PI**. CONNEPI, 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, p. 783. 2005.

COCOZZA, F. M. 226F. **MATURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS' SUBMETIDA À APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE 1-METILCICLOPROPENO**. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós Colheita). Universidade Estadual de Campinas, SP. 2003.

DICK, E.; ADOPO, A. N.; CAMARA, B.; MOUDIOH, E. Influence of maturity stage of mango at harvest on its ripening quality. **Technical paper**, v. 64, p. 13–18. 2009.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of agricultural commodity markets 2015-2016**. Rome: FAO, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5090e.pdf>>. Acesso em 10 de janeiro de 2018.

FAOSTAT. **Produção mundial de manga**. 2016. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em: 13 de janeiro 2018.

FÁVERO, L. A. **A cultura da manga no São Francisco: Posicionamento, limites, oportunidades e ações estratégicas**. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza. 2008. 232 p.

FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. M. **Fertilidade do solo e nutrição de mangueira**. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. ed. *Manga – Produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: UFV, p.179 –198. 2004.

FERREIRA, G. A. **ABSORÇÃO DE BORO E POTÁSSIO E RELAÇÃO COM A ATIVIDADE DA H⁺-ATPASE EM RAÍZES DE PORTAENXERTOS DE CITROS**. 76F. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Gestão de Recursos Agroambientais). Instituto Agrônômico, Campinas – SP, 2014.

FILGUEIRAS, H. A. C. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H. A. C; CUNHA, A. (Org). **Frutas do Brasil: Manga Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 22-25, 2000.

GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454 p.

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.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Frutas**. 2015. Disponível em: <www.ibraf.org.br>. Acesso em: 10 de janeiro 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

LABOREM, G.; AVILÁN, L.; FIGUEROA, M. Extracción de nutrientes por uma cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). **Agronomia Tropical**, v. 29, n. 1, p. 3-15, 1979.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72 p.

LUCAFÓ, B. H. S.; BOTEON, M. Potencial da Manga Brasileira no Mercado Internacional. In: **II Congresso Internacional de Economia e Gestão de Redes Agroalimentares**. Ribeirão Preto - SP, 2001.

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

MANICA, I. Principais cultivares e melhoramento. In: MANICA, I. (Eds.) **Manga: tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 87-130.

MARTÍNEZ, R. G.; JIMÉNEZ, A. L.; VELOZ, C. S.; GARCÍA, S. S.; ESPINOSA, J. S. Maduración y calidad de frutos de mango 'Kent' contres niveles de fertilización. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 6, n. 4. p. 665-678, 2015.

MEDINA, V. M. **Fisiologia e pós-colheita da manga**. Vitoria da Conquista: UESB, 1996 p. 202-222 In: SAO JOSE, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. coord. **Manga: Tecnologia de produção e mercado**. Vitoria da Conquista, BA: UESB, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, MAPA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 38**, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2012. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1754709875>> Acesso em 13 de janeiro de 2018.

MITCHAM, E. J. R.; MCDONALD. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal American Society for Horticultural Science**, v. 117, p. 912-924, 1992.

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. 2002, SBF, 2002.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A.; SALES, L. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. Capinas: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 2, p. 247-250, 1996.

OLIVEIRA, R. M.; DUTRA, T. S.; E. SIMIONATTO, E.; RÉ, N.; C. A. L. KASSUYA, A. A. L.; CARDOSO, C. A. L. Anti-inflammatory effects of essential oils from *Mangifera indica*, **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, 2017.

PRADO, R. M. **Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga**. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) *Manga: produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.199-232.

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.; MORAES, O. M. (Ed.). **Manga**, Tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, p. 106-135, 1996.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*, **Amsterdam**, v. 126, n. 2, p. 65-72, 2010.

RÖMHELD, V.; KIRBY, E. A. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. **Plant and Soil**. v. 335, p. 155-180. 2001.

SARAN, P. L.; KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica*): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 81, n. 6, p. 506–510, 2011.

SHARMA, R. R.; SINGH, R. The fruit pitting disorder—A physiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 388–391, 2009

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVING, T. B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p. 225-232, 2012.

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: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. de (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 191-221.2002.

SMITH, P.; REUTHER, W. **Observations on boron deficiency in citrus**. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.62, p.21-37, 1949.

SILVA, G. J. N. E. ; SOUZA, C. ; EMED, P. H. S. ; LIMA, D. D. ; CAVALCANTE, Í. H. L. **INFLUÊNCIA DO METCONAZOL NO TEOR DE CARBOIDRATOS EM MANGUEIRAS CV. PALMER ADENSADA EM PETROLINA-PE**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2016, São Luis. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2016.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**.6ª edição. São Paulo: Artmed, 2017. 954 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSAI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico n. 5, 2ª ed., revisado e ampliado. Porto Alegre: UFRGS, 174 p., 1995.

VIÉGAS, F. C. P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O. et al. (Ed.). **Citricultura brasileira**,2. ed. p. 898-922. Campinas: Fundação Cargill, 1991.