

## Alterações físicas e químicas durante o crescimento e desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' produzidas no Vale do São Francisco, Brasil

Eliseu Marlônio Pereira de Lucena, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, CE, Brasil. Email: eliseulucena@yahoo.com.br

Joston Simão de Assis, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, Brasil.

Ricardo Elesbão Alves, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Brasil.

Joaquim Enéas Filho, Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, CE, Brasil.

**Resumo.** O presente trabalho teve por objetivo caracterizar as alterações físicas e químicas durante o crescimento e desenvolvimento de manga (*Mangifera indica* L.), cv. Tommy Atkins, desde a antese até colheita comercial, tendo como meta a determinação do ponto de colheita ideal. As mangas foram obtidas aos 35, 49, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105 e 112 dias depois a antese (DDA), sendo realizadas as seguintes análises: escala de cor da casca e da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH e relação SST/ATT. Os resultados indicaram que a manga 'Tommy Atkins' atingiu a maturação fisiológica aos 98 dias DDA. A relação SST/ATT foi a maior indicadora do estágio de desenvolvimento da manga cultivada em condições de irrigação no Vale do Rio São Francisco, levando em consideração o alto coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9805$ ,  $P < 0,05$ ) e seu alto coeficiente de correlação com SST e pH ( $R = 0,93$ , em ambas correlações,  $P < 0,01$ ).

**Abstract.** The objective of this study was to characterize the physical, physicochemical and chemical changes during the mango (*Mangifera indica* L.) fruit growth, cv. Tommy Atkins, from anthesis to harvest, identifying when the mango reaches the optimum harvest maturity stage. The fruits were harvested at 35, 49, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105 e 112 days after the anthesis (DAA), being made the following determinations: skin and pulp color scales; total soluble solids (TSS); total titratable acidity (TTA); pH; and TSS/TTA ratio. The results indicated that mango cv. Tommy Atkins delayed 98 DAA to reach the maturity. The TSS/TTA ratio was the best growth indicator of the irrigate mango fruits crop in the São Francisco Valley, taking into account your high coefficient of determination ( $R^2 = 0,9805$ ,  $P < 0,05$ ) and excellent correlation coefficients with total soluble solids and pH ( $R = 0,93$ , in both correlation,  $P < 0,01$ ).

O interesse pela fruticultura tem aumentado, nos últimos anos, no Vale do São Francisco, devido a crescente comercialização exportadora. Entretanto, o desenvolvimento das técnicas práticas para a determinação do ponto de colheita, não acompanhou o ritmo de produção.

De acordo com Alves *et al.* (2002), os frutos colhidos prematuramente não amadurecem ou o fazem de forma irregular. Quanto mais imaturo o fruto, maior a sensibilidade à baixa temperatura, e maior a perda de água por transpiração. As deficiências no amadurecimento da manga colhida prematuramente manifestam-se, entre outros aspectos, na cor, na firmeza, no conteúdo de açúcares e na acidez. Por sua vez, uma colheita tardia reduz a vida útil e torna o fruto mais sensível a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos.

Segundo Cunha *et al.* (2002), a época de maturação da manga, cujo crescimento apresenta padrão sigmóide, varia entre as diversas regiões produtoras, e o período de seu desenvolvimento (da floração à maturidade fisiológica) é, em geral, de 100 a 150 dias. Em regiões mais quentes, esse período é menor.

O presente trabalho objetivou caracterizar as alterações físicas e químicas, durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.), cv. Tommy Atkins, da antese até a colheita comercial, visando à definição do ponto de colheita ideal.

### Materiais e Métodos

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Fruit Fort Agrícola Exportação Ltda e no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semi-Árido, situados no município de Petrolina, PE.

Colheu-se ao acaso, na Fazenda Fruit Fort, 12 frutos aos 35, 49, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105 e 112 dias após a antese (DAA). Após a colheita, transportaram-se os frutos para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semi-Árido, onde foram feitas as avaliações físicas, físico-químicas e químicas.

A coloração verde da casca foi obtida através do uso de uma escala subjetiva conforme GTZ (1992) e Amorim (2002), denominada escala de coloração da casca (ECC): 1-verde escuro; 2-verde claro; 3-verde-amarelo; 4-amarelo-verde; e 5-amarelo. A coloração vermelha da casca foi obtida através do uso de uma medida subjetiva onde é avaliado o percentual de cor vermelha na manga (Amorim, 2002), denominada escala de Blush para coloração da casca (EBCC). A escala é enumerada de 1 a 5, cada número correspondendo a uma faixa percentual da cor vermelha: 1-0%; 2->0-25%; 3->25-50%; 4->50-75%; e 5->75-100%. A coloração da polpa foi obtida através do uso de uma escala subjetiva conforme GTZ (1992) e Filgueiras *et al.* (2000), denominada escala de coloração da polpa (ECP): 1-cor creme; 2-mudança da cor creme; 3-amarelo; 4-amarelo-laranja; e 5-laranja.

Os resultados das escalas de coloração da casca e de coloração da polpa foram expressos em média de notas atribuídas por repetição, através do exame individual de cada manga por quatro avaliadores treinados.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado usando-se um refratômetro digital Atago modelo PR-101, escala de 0 a 45°Brix, com compensação de temperatura automática (AOAC, 1995).



Determinou-se a acidez total titulável (ATT) por titulometria com solução de NaOH 0,1 N, utilizando titulador automático Mettler DL 12 e expressando os resultados em percentagem (%) de ácido cítrico na massa fresca (IAL, 1985).

O pH foi medido em potenciômetro digital com eletrodo de membrana de vidro (AOAC, 1995). E a relação SST/ATT foi obtida através do quociente entre as duas variáveis.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos (épocas de colheita) e 3 repetições, constituídas por 4 frutos cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e para os casos em que os tratamentos foram significativos, procederam-se ajustes através de regressões polinomiais. Além disso, foram estimados os coeficientes de correlação linear entre as variáveis estudadas.

### Resultados e Discussão

Neste trabalho (Figura 1) a ECP aumentou de 1,00 aos 35 DAA para 1,83 aos 98 DAA, mantendo-se estável até os 112 DAA. Por outro lado, Morais (2001) estudando esta mesma cultivar observou um aumento na ECP de 2,25 aos 82 DAFP para 3,15 aos 103 dias após floração plena (DAFP). Esta discrepância talvez seja devido ao fato de que as mangas deste trabalho terem sido marcadas mais precocemente que as do estudo de Morais (2001), pois floração plena equivale a 80-90% da emissão de panículas enquanto no presente trabalho foi feito a marcação quando havia apenas 65% de emissão de panículas.

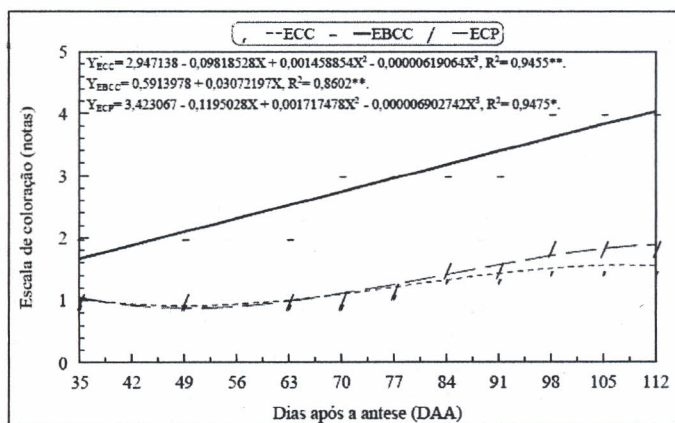


Figura 1. Escalas de coloração da casca (ECC), de Blush para coloração da casca (EBCC) e de coloração da polpa (ECP) de mangas 'Tommy Atkins' durante o desenvolvimento.

O aumento no teor de SST durante o desenvolvimento foi contínuo, partindo-se de 5,6°Brix aos 35 DAA, para 8,5°Brix aos 112 DAA, portanto, quase duplicou (Figura 2). Destaca-se que pela curva de regressão o máximo foi atingido aos 106,16 DAA (8,48°Brix) e permaneceu constante até os 112 DAA. Este comportamento ratifica alguns estudos realizados em manga 'Tommy Atkins' que têm mostrado valores de SST, respectivamente em frutos maduros e maduros, de 7,81 e 10,46°Brix aos 50 e 120 dias após a florada - DAF (Dutra *et al.*, 2005), de 6,41 e 7,72°Brix aos 82 e 103 DAFP (Morais, 2001) e de 7,5 e 10,9°Brix aos 95 e 125 DAA (Lederman *et al.*, 1998).

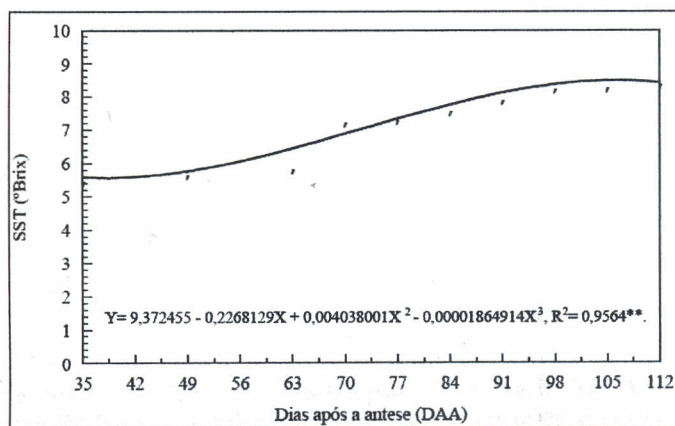


Figura 2. Sólidos solúveis totais (SST) de mangas 'Tommy Atkins' durante o desenvolvimento.

Ocorreu diminuição na ATT e aumento no pH com o avanço da maturação (Figura 3). As mangas colhidas aos 35 DAA apresentaram menor valor de pH, concordante com a concentração mais elevada de ATT. Este comportamento decorre do consumo de ácidos orgânicos na respiração ou da conversão em açúcares (Hulme, 1971; Chitarra & Chitarra, 2005).

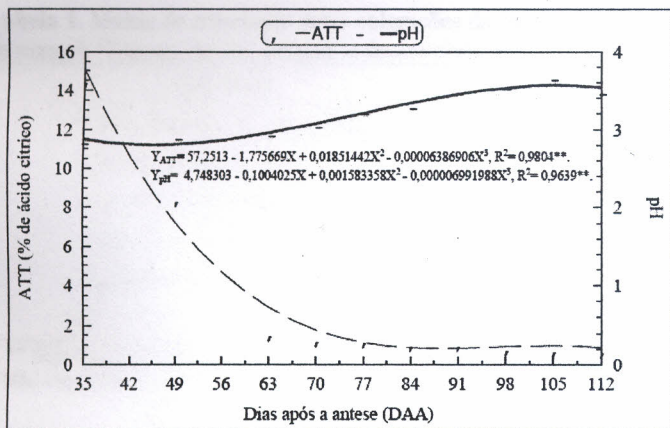


Figura 3. Acidez total titulável (ATT) e pH de mangas ‘Tommy Atkins’ durante o desenvolvimento.

A ATT (Figura 3) diminuiu durante o desenvolvimento, especificamente de 35 até 112 DAA (14,63 para 0,83% de ácido cítrico). O período em que se verificou maior redução na concentração de ácidos orgânicos foi de 35 para 63 DAA. Neste período, houve um decréscimo de 12,96% na ATT. Este resultado assemelha-se com os obtidos por outros autores em manga: de 1,40 a 0,70% dos 50 aos 120 DAF (Dutra *et al.*, 2005), de 1,25 a 1,15% dos 82 aos 103 DAFP (Morais, 2001) e de 4,5 a 3,0% dos 35 aos 112 dias após o vingamento - DAV (Lakshminarayana, 1970).

Com 35 DAA (Figura 3), o pH dos frutos era de 2,84, crescendo a partir daí em função, principalmente, da redução na ATT. Aos 105 DAA, foi observado o valor máximo do pH (3,66), decrescendo aos 112 DAA (3,47). Estes resultados são coerentes com os valores mínimos e máximos de pH disponíveis na literatura para manga ‘Tommy Atkins’: de 3,47 a 4,09 dos 50 aos 120 DAF (Dutra *et al.*, 2005), de 3,52 a 3,70 dos estádios 2 a 4 (Lucena *et al.*, 2000) e de 3,23 a 4,51 dos estádios 1 a 5 (Rocha, 2001).

Como consequência principalmente da redução na ATT, a relação SST/ATT aumenta ao longo do período avaliado (Figura 4). A partir de 35 até 98 DAA (0,38 para 9,14), verificou-se um incremento acentuado, equivalente a 24 vezes o valor inicial, pois corresponde ao período de maior redução do ATT, conforme mostra a Figura 3. Depois, até aos 112 DAA (10,13), as mudanças foram pouco representativas uma vez que as duas variáveis envolvidas na relação tiveram apenas pequenas alterações (Figuras 3 e 4). Este comportamento confirma o estudo de alguns pesquisadores a respeito da marcha da relação SST/ATT em manga durante o desenvolvimento com os seguintes resultados: de 5,58 a 15,10 dos 50 aos 120 DAF (Dutra *et al.*, 2005), de 5,13 a 6,74 dos 82 aos 103 DAFP (Morais, 2001) e de 9,20 a 20,28 dos estádios 2 a 4 (Lucena *et al.*, 2000).

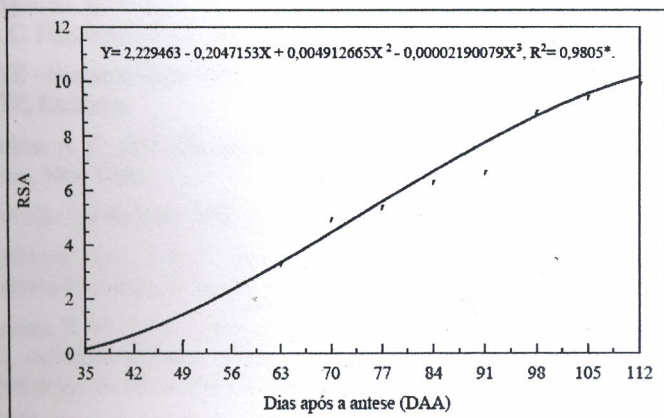


Figura 4. Relação SST/ATT (RSA) de mangas ‘Tommy Atkins’ durante o desenvolvimento.

Os coeficientes de correlação linear determinados com o intuito de medir o grau de associação entre colorações de casca e da polpa, sólidos solúveis totais, acidez, pH e relação SST/ATT encontram-se na Tabela 1. Dentre os coeficientes de correlação linear estimados, para todas as combinações possíveis, apenas para acidez total titulável foram observadas correlações negativas e significativas. As demais correlações possíveis foram positivas e significativas. A relação SST/ATT foi o melhor indicador do estágio de desenvolvimento do fruto da mangueira cultivada sob irrigação, no sub-médio São Francisco, considerando-se o seu alto coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9805, P < 0,05$ ) e seu alto coeficiente de correlação com sólidos solúveis totais e pH ( $R = 0,93$ , em ambas correlações,  $P < 0,01$ ).

**Tabela 1.** Matriz de correlação entre colorações da casca e da polpa, sólidos solúveis totais, acidez, pH e relação SST/ATT de mangas 'Tommy Atkins' durante o desenvolvimento.

Variáveis	EBCC	ECP	SST	ATT	pH	RSA
E. de coloração da casca (ECC)	0,74**	0,88**	0,82**	-0,52**	0,89**	0,82**
E. Blush coloração casca (EBCC)	-	0,76**	0,82**	-0,59**	0,81**	0,85**
E. de coloração da polpa (ECP)	-	-	0,79**	-0,49**	0,87**	0,83**
Sólidos solúveis totais (SST)	-	-	-	-0,74**	0,91**	0,93**
Acidez total titulável (ATT)	-	-	-	-	-0,67**	-0,79**
pH	-	-	-	-	-	0,93**

\*, \*\* Significativos, respectivamente, em nível de 5 e de 1% de probabilidade, pelo teste t.

<sup>ns</sup> Não-significativo. RSA - Relação SST/ATT.

Com estes resultados, verifica-se que os índices de maturidade para manga recomendados por Medicott e Reynolds (1988) e Alves *et al.* (2002) (cor da casca e da polpa; sólidos solúveis totais e acidez) possuem altas correlações entre si.

Os resultados indicaram que as mangas 'Tommy Atkins' atingiram a maturidade fisiológica aos 98 DAA.

#### Literatura Citada

- Alves, R. E., H. A. C. Filgueiras, J. B. Menezes, J. S. de Assis, M. A. C. de Lima, T. B. F. A. Amorim, e A. G. Martins. 2002. Colheita e pós-colheita. p.381-405. In: P. J. de C. Genú e A. C. de Q. Pinto. A cultura da mangueira. 1 ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Amorim, T. B. F. 2002. Colheita e pós-colheita: manejo e conservação da manga. p.346-356. In: A. R. São José (Org.). O agronegócio manga: produção e mercado. UESB/DFZ. Vitória da Conquista. 1 CD-ROM.
- Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official methods of analysis. 16 ed. AOAC. Arlington.
- Chitarra, M. I. F. e A. B. Chitarra. 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. UFLA. Lavras.
- Cunha, G. A. P. da, A. C. de Q. Pinto, e F. R. Ferreira. 2002. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. p.31-36. In: P. J. de C. Genú e A. C. de Q. Pinto. A cultura da mangueira. 1 ed. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília.
- Dutra, P. R. S., L. A. Cavalcanti, J. S. de Assis, e N. B. Guerra. 2005. Indicadores bioquímicos do desenvolvimento de manga Tommy Atkins produzidas no vale do São Francisco. I Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutos Tropicais 1 CD-ROM (Abstr.).
- Filgueiras, H. A. C., T. B. F. Amorim, J. B. Menezes, e R. E. Alves. 2000. Colheita e manuseio pós-colheita. p.22-37. In: H. A. C. Filgueiras (Org.). Manga: pós-colheita. 1 ed. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília.
- GTZ - Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit. 1992. Manual de exportación: frutas tropicales y hortalizas. GTZ, Eschborn.
- Hulme, A. C. 1971. The mango. p.233-254. In: A. C. Hulme. The biochemistry of fruits and their products. 2 ed. Academic Press, New York.
- Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. IAL. São Paulo.
- Lederman, I. E., J. E. F. Bezerra, P. S. de Carvalho, M. A. Alves, e V. F. dos Santos. 1998. Determinação do ponto de colheita da manga cv. Tommy Atkins, para a região semi-árida de Pernambuco. Rev. Bras. de Fruticultura 20(2):145-151.
- Lucena, E. M. P. de, A. Silva Júnior, e I. K. M. Campelo. 2000. Caracterização físico-química da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos 2:5.246 (Abstr.).
- Medicott, A. P. e S. B. Reynolds. 1988. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. Tropical Agriculture 65(2):153-157.
- Morais, P. L. D. de. 2001. Maturidade para colheita e vida útil da manga 'Tommy Atkins' para o mercado europeu. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rocha, R. H. C., J. B. Menezes, E. A. de Moraes, G. G. da Silva, M. M. Q. Ambrósio, e M. Z. Alvez. 2001. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. Rev. Bras. de Fruticultura 23(2): 302-305.