

EVOLUÇÃO DE INDICADORES DO PONTO DE COLHEITA EM MANGA ‘TOMMY ATKINS’ DURANTE O CRESCIMENTO E A MATURAÇÃO, NAS CONDIÇÕES DO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Evolution of harvest time indicators on ‘Tommy Atkins’ mango fruit during growth and maturation at São Francisco River Valley conditions, Brazil

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima¹, Adriane Luciana da Silva², Suellen Soraia Nunes Azevedo³

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, caracterizar a evolução dos principais indicadores do ponto de colheita sugeridos para a manga (*Mangifera indica* L.), durante o crescimento e a maturação de frutos da cultivar Tommy Atkins, nas condições do Vale do São Francisco. Por ocasião da frutificação, foram selecionadas quarenta e oito plantas, distribuídas uniformemente em quatro fileiras de plantio de um pomar comercial. Nessas plantas, foram marcados seiscentos frutos, no estágio de desenvolvimento denominado “ovo” (40 mm de diâmetro), o que foi verificado aos 52 dias após a frutificação (daf). Periodicamente, até o completo amadurecimento na planta, foram coletadas amostras desses frutos, correspondentes à idade, aos 52, 64, 72, 83, 92, 99, 106, 113, 120, 125, 128, 133 e 139 daf. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 13 tratamentos (idade dos frutos) e quatro repetições constituídas por dez frutos. As mudanças ocorridas na coloração a partir de 99 daf e na firmeza da polpa foram os indicadores que melhor delimitaram o início da maturação das mangas, devendo ser acompanhados por meio de amostragem da área. As mudanças na acidez titulável e nos teores de sólidos solúveis (SS) e de carotenóides totais da polpa também foram indicativas da evolução da maturação. A polpa da manga madura apresentou o máximo teor de SS e teores de ácido ascórbico e de carotenóides totais inferiores aos dos frutos no início da maturação.

Termos para indexação: *Mangifera indica*, carotenóides, sólidos solúveis, acidez titulável, desenvolvimento do fruto.

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the evolution of the main harvest time indicators suggested to mango fruit (*Mangifera indica* L.), during growth and maturation, at the São Francisco River Valley conditions. At the fruit set stage, forty-eight plants uniformly distributed on four rows were selected from a commercial orchard. From these plants, six hundred fruits were selected at the development stage known as “egg” (40 mm of diameter), which were verified at 52 days after fruit set (DAFS). Periodically, until the complete ripening on the plant, fruit samples were collected, corresponding to their age, at 52, 64, 72, 83, 92, 99, 106, 113, 120, 125, 128, 133, and 139 DAFS. The experimental design was completely randomized, with 13 treatments (age of fruits) and four replications constituted by ten fruits. Changes on the pulp color from 99 DAFS on and on firmness were the indicators which offered the best characterization of the beginning of maturation on mango fruits and they should be accompanied by fruit sampling on the field. Changes on the titratable acidity and on the contents of soluble solids (SS) and total pulp carotenoids were also indicative of the maturity evolution. The pulp of ripe mango fruit showed maximum SS content and ascorbic acid and total carotenoids contents lower than those of fruits at the beginning of maturation.

Index terms: *Mangifera indica*, carotenoids, soluble solids, titratable acidity, fruit development.

(Recebido em 26 de novembro de 2007 e aprovado em 8 de agosto de 2008)

INTRODUÇÃO

Apesar de existirem fatores limitantes ao comércio da manga, o Brasil vem apresentando uma taxa de crescimento médio anual de 30% nas exportações, estando acima da média mundial de 14% (ARAÚJO, 2007). No entanto, os dois principais concorrentes brasileiros neste

mercado, México e Índia, também têm apresentado crescimento. Dessa forma, o País permanece, nos últimos anos, sendo o terceiro exportador mundial de mangas, participando de aproximadamente 12% desse mercado (FAOSTAT, 2007).

O sucesso da participação brasileira no mercado externo está aliado ao nível tecnológico adotado, que

¹Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia/Pós-colheita, Pesquisadora – Laboratório de Fisiologia Pós-colheita – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido/CPATSA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA Semi-Árido – Rodovia Br 428, Km 152 – Zona Rural – Cx. P. 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – maclima@cpatsa.embrapa.br

²Tecnóloga em Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professora – Unidade Agrícola – Centro Federal de Ensino Tecnológico/CEFET Petrolina – Rodovia Br 235, Km 22 – Projeto Senador Nilo Coelho N4 – Zona Rural – 56.300-000 – Petrolina, PE – adrianetec@yahoo.com.br

³Bióloga, Professora – Faculdade de Formação de Professores de Petrolina/FFPP – Universidade do Estado de Pernambuco/UPE – Rodovia Br 203, Km 203 – Campus Universitário – Cx. P. 66 – 56300-000 – Petrolina, PE – suellensoaraia@yahoo.com.br

permite o atendimento aos padrões internacionais de qualidade, e à colheita ainda nos estádios iniciais de maturação dos frutos. Isso permite que ela atinja boa qualidade para consumo e resista aos procedimentos de manuseio e transporte.

Na manga, a identificação da maturidade é baseada, principalmente, na observação da rugosidade e brilho da casca, do enchimento ou formação de "ombro" na região do pedúnculo, da firmeza da polpa e da cor, tanto da casca quanto da polpa. Porém, reconhece-se que esses elementos são passíveis de erro e não têm sido usados com sucesso em algumas cultivares (SUBEDI et al., 2007).

Para cultivares como a Tommy Atkins, não se tem observado uma correspondência perfeita entre a evolução dos indicadores visuais de colheita e aqueles associados à composição química do fruto, nas condições de cultivo do Vale do São Francisco. Os frutos demonstrando características visuais externas típicas de um estádio de maturação podem apresentar características de polpa reconhecidamente de estádio anterior. Como resultado, tem-se elevadas perdas pós-colheita uma vez que, segundo Jha et al. (2006b), frutos colhidos imaturos apresentam amadurecimento irregular, podendo não desenvolver o sabor e o aroma típicos, o que restringe sua aceitação comercial. A vida útil dessa fruta também depende do estádio de maturação no qual ela foi colhida.

Na cultivar Dashehari, estudos realizados por Jha et al. (2006a) definiram que as variações na firmeza da polpa e seu amarelecimento durante o crescimento e o amadurecimento são os mais importantes indicadores de ponto de colheita.

Considerando que a composição química da manga varia com as condições de cultivo, a cultivar e o estádio de maturação, além de outros fatores (CARDELLO & CARDELLO, 1998), o amplo conhecimento da evolução da maturação dessa fruta, nas condições regionais de cultivo, permitirá definir com maior segurança o ponto de colheita que potencializa a vida útil e permite adequado manejo pós-colheita, ao mesmo tempo em que assegura a aparência, o sabor e o valor nutricional desejados pelos consumidores.

Objetivou-se, neste trabalho, caracterizar a evolução dos principais indicadores do ponto de colheita, durante o crescimento e a maturação de mangas 'Tommy Atkins' (*Mangifera indica* L.), nas condições de cultivo do Vale do São Francisco.

MATERIALE MÉTODOS

Por ocasião da frutificação, constatada por observação visual, foram selecionadas quarenta e oito plantas, distribuídas uniformemente em quatro fileiras de plantio de um pomar comercial de mangueiras da cultivar Tommy Atkins pertencente à Empresa Copa Fruit, localizada em Sobradinho-BA. Nessas plantas, foram marcados seiscentos frutos, quando esses atingiram o estádio de desenvolvimento denominado "ovo", ocasião em que já havia ocorrido a segunda queda fisiológica, característica da cultivar nas condições de manejo adotadas na região. Esse estádio foi verificado aos 52 dias após a frutificação (daf) e foi caracterizado por frutos apresentando 40 mm de diâmetro.

Periodicamente, desde o estádio "ovo" até o completo amadurecimento na planta, foram coletadas amostras dos frutos marcados, no período de 25 de julho a 20 de outubro de 2003. Os dados meteorológicos do período estão apresentados na Tabela 1.

Os tratamentos corresponderam à idade dos frutos: 52, 64, 72, 83, 92, 99, 106, 113, 120, 125, 128, 133 e 139 daf. Esses tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições e constituídos por dez frutos.

As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga (PRODUÇÃO..., 2008).

As variáveis avaliadas foram: a) massa fresca (g), determinada em balança semi-analítica com precisão de 0,1 g; b) comprimento e diâmetro (mm), obtidos por meio de leitura em paquímetro digital; c) firmeza da polpa (N), determinada usando-se penetrômetro, dotado de ponteira de 8 mm de diâmetro; d) cor da casca, nas regiões verde e vermelha, e da polpa, avaliadas em reflectômetro, a partir da luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor; e) porcentagem de coloração vermelha, por análise visual da proporção da superfície do fruto apresentando essa cor; f) teor de sólidos solúveis (SS, °Brix), determinado através de leitura em refratômetro digital com compensação automática de temperatura (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); g) acidez titulável (AT, % de ácido cítrico), por titulação com solução de NaOH a 0,1 M (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); h) teor de ácido ascórbico (mg.100 g⁻¹), segundo o recomendado pela AOAC (1992); e i) teor de carotenóides totais na polpa (mg.100 g⁻¹), conforme o indicado por Higby (1962).

Devido à escala de leitura do instrumento utilizado, os valores de firmeza da polpa somente puderam ser medidos a partir dos 113 daf. As leituras de luminosidade, cor e

Tabela 1 – Dados meteorológicos, coletados na Estação Agrometeorológica de Bebedouro, localizada em Petrolina-PE, no Vale do São Francisco, durante o período experimental. Fonte: Embrapa (2007).

Dados meteorológicos	Julho/2003	Agosto/2003	Setembro/2003	Outubro/2003
Precipitação pluviométrica mensal (mm)	11,7	0,2	0,0	0,00
Radiação solar global média (ly dia^{-1})	299,7	381,3	413,1	419,3
Insolação média mensal (h)	7,2	9,1	8,9	8,8
Temperatura média mensal (°C)	22,9	24,9	25,8	26,7
Umidade relativa média mensal (%)	79	70	67	64
Evaporação média mensal (mm)	6,0	8,0	9,2	9,9

ângulo de cor da casca, na região vermelha, foram medidas a partir da exposição desses pigmentos, aos 99 daf. Na polpa, os teores de carotenóides também foram determinados a partir dessa data, por motivos equivalentes.

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial, admitindo-se equações de até terceiro grau e coeficientes de determinação superiores a 0,70.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa fresca dos frutos aumentou durante todo o período avaliado, observando-se tendências a variações menores a partir de 120 daf, quando as diferenças podem ser atribuídas à amostragem (Figura 1A). Por sua vez, o comprimento e o diâmetro dos frutos estabilizaram a partir de 106 daf.

Estudos realizados por Lucena et al. (2007), com a mesma cultivar e na mesma região de cultivo, indicaram que, a partir de aproximadamente 77 dias após a antese, esses valores se mantinham constantes. Os valores encontrados por esses autores, tanto para comprimento e diâmetro quanto para massa fresca, foram inferiores aos registrados neste trabalho. Em manga 'Haden', Castro Neto & Reinhardt (2003) constataram que os valores máximos de massa fresca foram observados antes que os frutos atingissem a maturidade fisiológica.

A firmeza da polpa foi avaliada somente a partir de 113 dias, quando os valores determinados estiveram em conformidade com o limite superior de leitura do equipamento utilizado. Durante o período de 113 a 139 daf, registrou-se decréscimo na firmeza de 107 N para 54 N (Figura 1B). Rocha et al. (2001) também observaram diminuição na firmeza da polpa de manga 'Tommy Atkins' durante o amadurecimento pós-colheita, registrando variações de 96,1 N a 9,4 N, desde os estádios iniciais de maturação até o completo amadurecimento do fruto, respectivamente. É possível que, quando o fruto amadurece ligado à planta, os eventos associados ao amaciamento,

os quais são caracterizados pela degradação de substâncias pécticas e de hemicelulose e pela hidrólise do amido (WILLS et al., 2007), ocorram em menor intensidade. Adicionalmente, mesmo a perda de água que ocorre após a colheita e que tem alguma contribuição para o amaciamento (TUCKER, 1993), não poderia ser comparável às mudanças nos carboidratos da parede celular e de reserva.

A firmeza da polpa permanece praticamente constante durante os estádios iniciais de desenvolvimento da manga, decrescendo somente a partir da maturidade fisiológica (JHA et al., 2006b; SUBEDI et al., 2007). A principal implicação prática dessas alterações é que a perda de firmeza dificulta as operações de distribuição e comercialização dos frutos. Porém, pode ser amenizada por procedimentos de manuseio e técnicas de conservação adequadas (JACOBI et al., 1995).

Alguns estudos vêm sendo realizados para a proposição de modelos matemáticos de predição da firmeza, bem como das mudanças na cor, em manga 'Dashehari', visando ao emprego de procedimentos seguros de determinação do ponto de colheita, que não envolvam a destruição do fruto avaliado (JHA et al., 2006a). Contudo, sua aplicação prática depende da calibração do método para diferentes cultivares de manga, em diferentes regiões de cultivo.

As variações na coloração dos frutos foram avaliadas na casca, tanto na região onde predomina o verde quanto na com predomínio dos pigmentos vermelhos, e na polpa. Na região verde da casca, as variações observadas na luminosidade não podem ser consideradas como influenciadas pelo crescimento e pela maturação da manga (Figura 2A). Os valores de luminosidade variaram de 35 a 43, sem tendência característica ao longo do período. Para a cromaticidade, foram verificadas variações de 15 a 28, sendo que os maiores valores, observados aos 72 daf, sugerem maior pureza ou intensidade da cor da casca na região verde

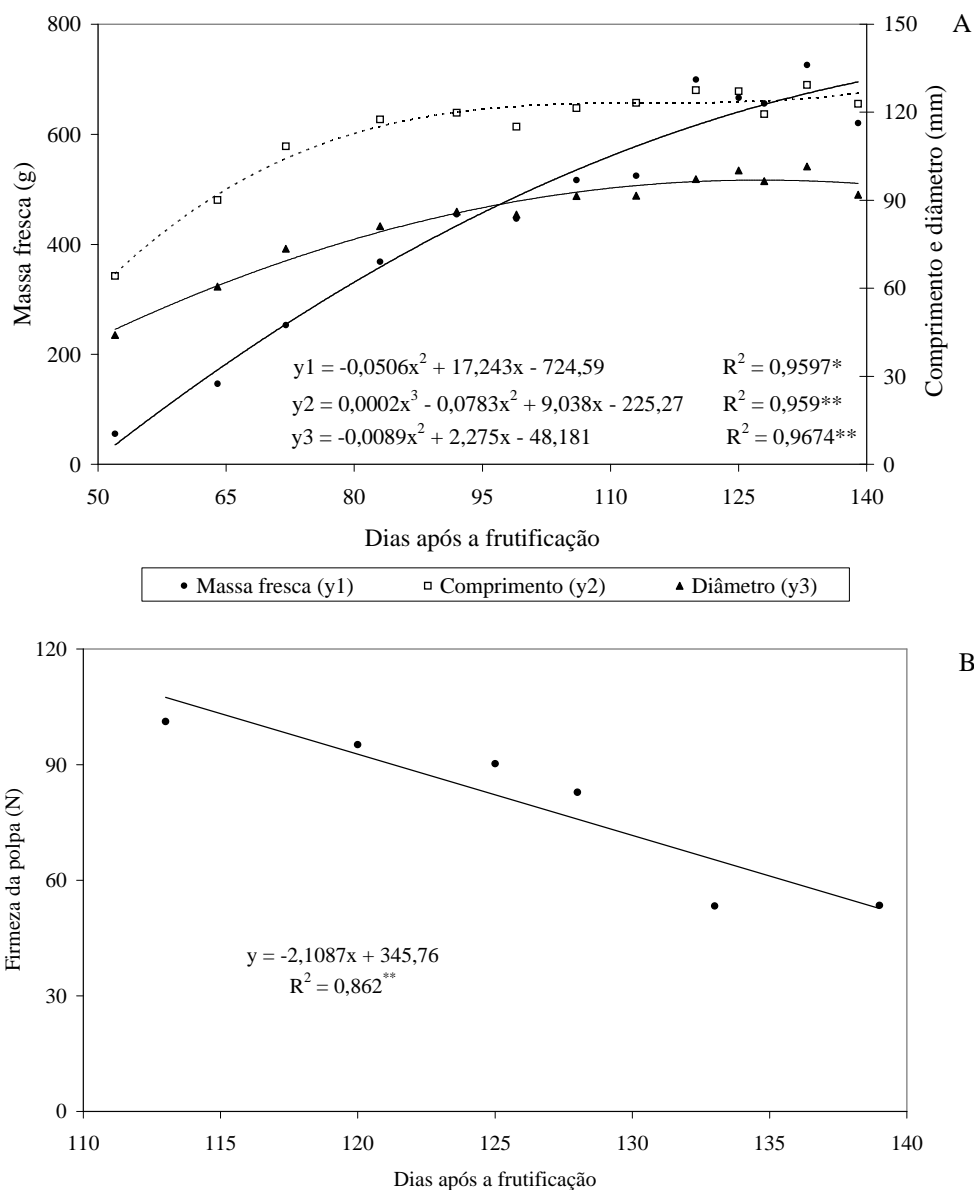


Figura 1 – Massa fresca, comprimento, diâmetro (A) e firmeza da polpa (B) de mangas ‘Tommy Atkins’, durante o crescimento e a maturação. Sobradinho-BA, 2003.

do fruto, nessa ocasião. Após 113 daf, a redução no ângulo de cor reflete o amarelecimento da casca, característico da evolução do amadurecimento da manga. Os valores de ângulo de cor então apresentados corresponderam à coloração amarela intensa, tendendo para laranja.

Em manga ‘Mahananaka’, Saranwong et al. (2004) observaram que as mudanças na coloração da casca não foram significativas durante a maturação. Contudo, vale destacar que essa evolução varia com a maturidade da

manga, a região produtora e o manejo adotado na cultura (JACOBI et al., 1995).

Por outro lado, resultados obtidos por Jha et al. (2006b) apontaram que o valor de luminosidade da casca decresce durante o crescimento do fruto e aumenta durante o amadurecimento, quando ocorre o amarelecimento. Segundo os autores, a resposta mostra o desenvolvimento da cor verde escura nos estádios iniciais e a exposição da cor amarela clara, quando os frutos iniciam o amadurecimento.

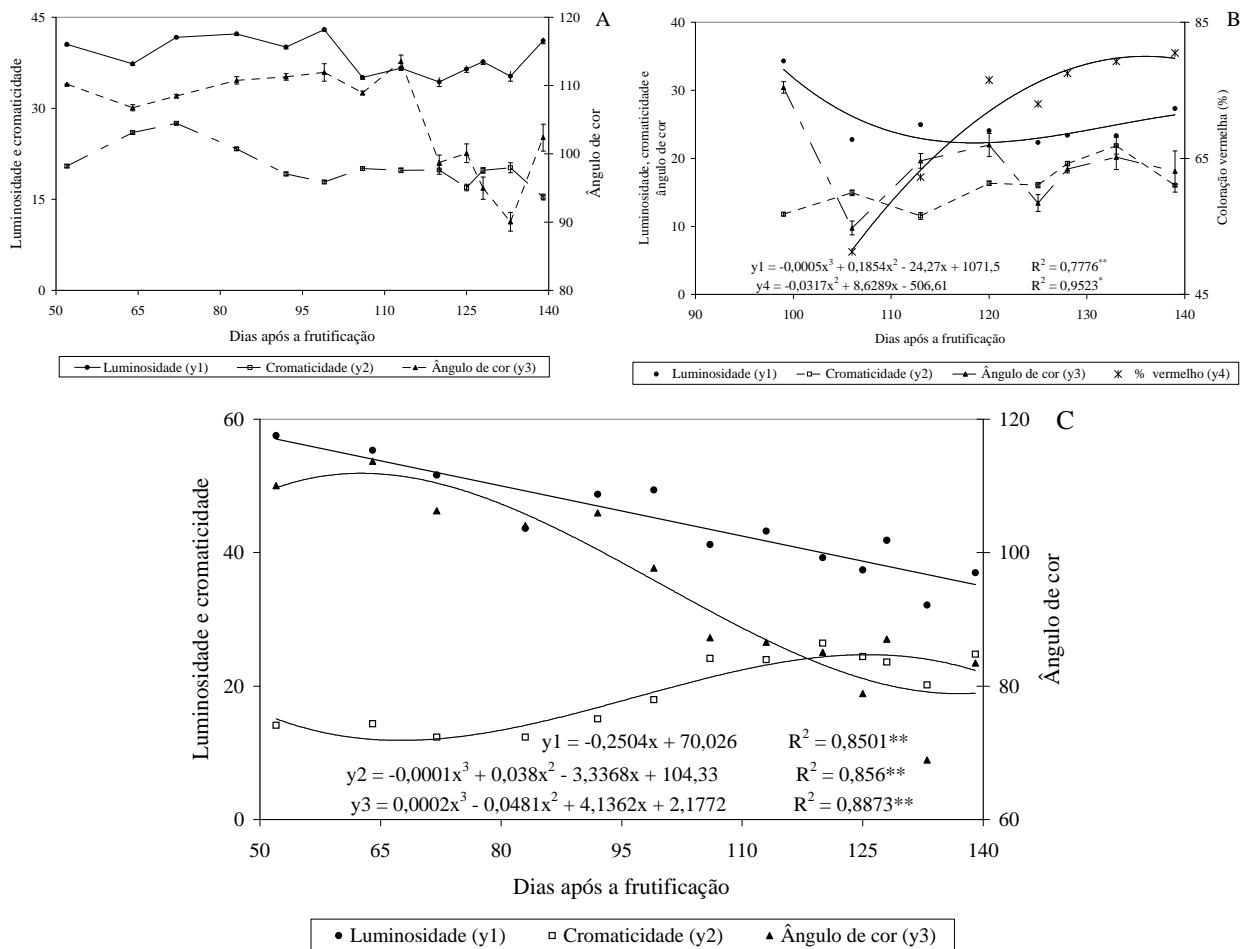


Figura 2 – Coloração indicada pelos parâmetros luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor, da casca, em suas regiões verde (A) e vermelha (B), assim como pela porcentagem de coloração vermelha (B) e cor da polpa (C) de mangas ‘Tommy Atkins’, durante seu crescimento e amadurecimento. Sobradinho-BA, 2003. Para as variáveis em que não foi possível obter equações com R^2 superiores a 0,70, as barras verticais representam os erros padrões da média.

Os pigmentos vermelhos da casca começaram a aparecer aos 99 daf (Figura 2B), quando observou-se também o enchimento da região do pedúnculo e a perda de pruína ou cerosidade natural da superfície do fruto, que são reconhecidos como indicadores da maturidade fisiológica da manga. As variações na região da casca onde predominavam os pigmentos vermelhos foram caracterizadas por redução da luminosidade até 113 daf, ocasião em que os valores de croma aumentaram. Os valores de ângulo de cor inferiores a 18° , no período de 106 a 125 daf indicaram coloração vermelha arroxeadada da casca. Em adição, foram constatados visualmente incrementos sucessivos, até por volta de 120 daf, na proporção da superfície do fruto apresentando coloração vermelha. Aos 106 daf, mais de 50% da

superfície do fruto exibiu cor vermelha, evoluindo para 60%, aos 113 daf. Essa proporção atingiu 80%, aos 133 daf e estabilizou-se. Contudo, o maior incremento na proporção da superfície do fruto com coloração vermelha, que valoriza sua apresentação comercial, foi observado entre 106 e 120 daf, período que coincidiu com a perda de firmeza, quando são requeridos cuidados adicionais no manuseio da manga e aumenta a suscetibilidade a danos e podridões.

Por sua vez, Lucena et al. (2007) observaram o aparecimento da pigmentação vermelha na casca de manga ‘Tommy Atkins’ mais cedo do que o verificado neste trabalho. Usando escala visual de notas, os autores observaram coloração vermelha inicial aos 35 dias após a antese. Porém, somente a partir dos 70 dias após a antese

é que os incrementos na proporção da superfície do fruto representada por essa cor foram significativos.

As mudanças na coloração da polpa foram índices importantes no monitoramento do crescimento e da maturação da manga, sendo caracterizada por decréscimos na luminosidade e no ângulo de cor e por aumento na cromaticidade (Figura 2C). Aos 99 daf, os valores de ângulo de cor, 98°, representavam o desenvolvimento da cor amarela da polpa, que evoluiu para o laranja a partir de 106 daf. Essa observação indica que os frutos já haviam iniciado o amadurecimento, conforme escalas propostas por Protrade (1992) e Sañudo et al. (1997), e consideradas como referências para a colheita de manga 'Tommy Atkins'. Nesse caso, o amadurecimento poderia ser concluído fora da planta, se os frutos tivessem sido colhidos.

Essa resposta corrobora os resultados de Jha et al. (2006b), que afirmaram que a mudança na coloração da polpa de branco para amarelo brilhante caracteriza a maturação da manga. A partir da representatividade dessas mudanças, Subedi et al. (2007) recomendaram a coloração da polpa como o melhor índice de maturação para as cultivares Kesington Pride, Calypso, R2E2 e Celebration. Contudo, reconhece-se que essa avaliação, assim como a de compostos químicos relacionados ao sabor, é destrutiva e impede o uso da mesma amostra para determinação de outros atributos de qualidade (SARANWONG et al., 2004).

Durante o período de crescimento da manga 'Tommy Atkins', até aproximadamente 99 daf, conforme dados de comprimento e diâmetro do fruto bem como de cromaticidade e ângulo de cor da casca na região vermelha, não se observou aumento no teor de SS (Figura 3A). O aumento, que caracteriza a maturação, foi registrado a partir de 106 daf, com mudanças pouco expressivas nos estádios iniciais e maior incremento quando se aproxima o completo amadurecimento do fruto, a partir de 113 daf.

Aumentos nos teores de SS de manga durante a maturação são relatados por vários autores (JHA et al., 2006b; LUCENA et al., 2007; MORAIS et al., 2003; SARANWONG et al., 2004). Jha et al. (2006b) consideraram duas fases de mudanças no teor de SS em manga 'Dashehari'. Segundo os autores, até a maturidade fisiológica, nenhuma mudança significativa foi observada e o aumento que ocorre a partir dessa data resulta principalmente da conversão de amido em açúcares (SUBEDI et al., 2007), podendo atingir teores diferenciados, conforme a cultivar e a região produtora (JACOBI et al., 1995).

A AT apresentou comportamento coerente com o observado para a maioria dos frutos (Figura 3A). Inicialmente, verificou-se aumento que foi seguido de

decréscimo. Durante a maturação, essa redução, verificada até os 125 daf, coincidiu com o acúmulo de SS. Nas três últimas avaliações, os valores de AT podem ser considerados estáveis. Comparados aos resultados apresentados por Morais et al. (2003), estudando a mesma cultivar, porém em outra região de cultivo, esses autores verificaram valores finais de AT maiores do que os apresentados neste trabalho.

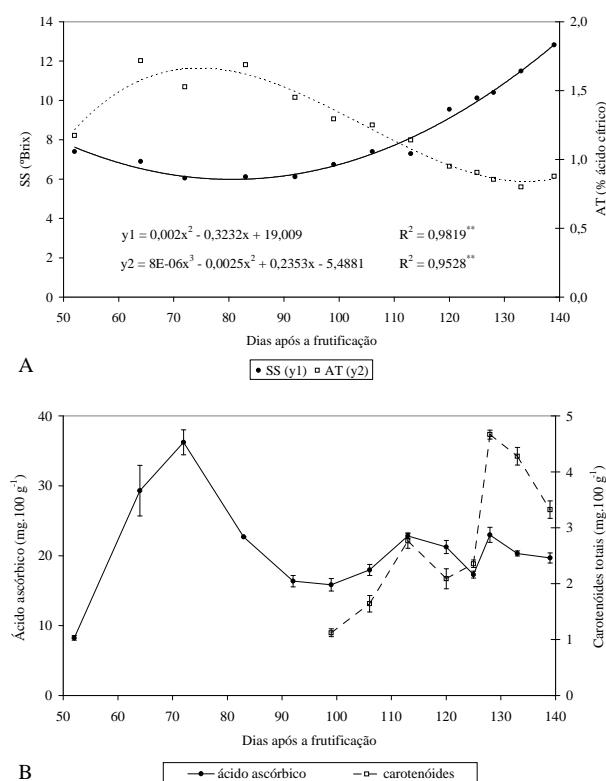


Figura 3 – Teores de sólidos solúveis – SS -, acidez titulável – AT - (A) e teores de ácido ascórbico e de carotenóides totais na polpa (B) de mangas 'Tommy Atkins', durante o crescimento e a maturação. Sobradinho-BA, 2003.

Na Figura 3B, não foi possível obter equações com R^2 superiores a 0,70, optando-se por representar os erros padrões da média por meio das barras verticais.

A degradação de ácidos orgânicos é um evento comum durante o crescimento e maturação dos frutos, podendo estar associado a mudanças em outros compostos, como carboidratos. Por exemplo, Rocha et al. (2001) caracterizaram uma correlação negativa entre o índice de degradação de amido e a AT, em manga 'Tommy Atkins', ou seja, as maiores taxas de degradação de amido ocorreram quando os frutos apresentavam os menores valores de AT.

Os maiores teores de ácido ascórbico foram registrados quando o fruto ainda estava em crescimento (Figura 3B). O pico (36,2 mg.100 g⁻¹), ocorrido aos 72 daf, foi seguido de redução até 15,84 mg.100 g⁻¹, aos 99 daf. Em seguida, verificou-se tendência de aumento até 113 daf. Com o avanço da maturação, observou-se nova redução no teor de ácido ascórbico de maneira que, no fruto maduro, os valores foram de 19,7 mg.100 g⁻¹.

Em trabalhos realizados com a cultivar Haden, Cardello & Cardello (1998) observaram considerável diminuição no conteúdo de ácido ascórbico durante o amadurecimento, em contraste com o aumento da atividade da ascorbato oxidase. Os autores mencionam, ainda, que os teores de ácido ascórbico em manga madura variam bastante entre as cultivares. A importância comercial do teor de ácido ascórbico se deve ao fato de que, juntamente com o conteúdo de carotenóides na polpa, é um dos principais fatores que conferem apelo nutricional à manga.

O teor de carotenóides totais da polpa, cuja determinação foi iniciada a partir do momento em que os pigmentos amarelos começaram a ser detectados visualmente, aos 99 daf, aumentou até os 113 daf, quando sofreu decréscimo, o qual foi seguido por novo aumento até valores próximos de 5 mg.100 g⁻¹. Ao final do período, os frutos apresentaram redução no teor de carotenóides totais que pode sinalizar, aos 139 daf, o início das reações degradativas que caracterizam a senescência dos tecidos.

Considerando o desenvolvimento da coloração amarela da polpa como indicação segura do início da maturação da manga 'Tommy Atkins', os frutos podem ser colhidos aos 99 daf, quando ainda estão firmes e ainda não havia sido iniciado, de maneira determinante, o amarelecimento da casca e a rápida degradação de ácidos orgânicos. É possível considerar, ainda, que, nessa ocasião, não haviam sido iniciadas as reações de degradação do amido, para conversão em açúcares solúveis da polpa, uma vez que não se tinha caracterizada a fase de incremento no teor de SS.

CONCLUSÕES

Os indicadores que melhor definiram o início da maturação da manga 'Tommy Atkins' foram as mudanças na coloração da polpa e a perda de firmeza.

A colheita da manga 'Tommy Atkins' pode ser realizada a partir de 99 dias após a frutificação, quando o início da maturação foi reconhecido por: redução nos valores dos ângulos de cor da casca (região verde) e da polpa para menos de 110 e 100, respectivamente; diminuição da firmeza da polpa para menos de 107 N e da acidez titulável

para menos de 1,3% de ácido cítrico; acúmulo de sólidos solúveis acima de 7,0°Brix e síntese de carotenóides na polpa.

A manga 'Tommy Atkins' madura acumulou 12,8°Brix, porém os teores de 19,68 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa e de 3,32 mg de carotenóides totais por 100 g de polpa foram inferiores aos observados nos estádios iniciais de maturação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. L. P. **Mercado externo**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_182_24112005115229.html>. Acesso em: 15 set. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Official Agricultural Chemists**. 11. ed. Washington, DC, 1992. 1115 p.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados meteorológicos da estação agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/servicos/dadosmet/cebmes.html>>. Acesso em: 15 set. 2007.

FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/370/default.aspx>>. Acesso em: 15 set. 2007.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, SP, 1985. v. 1, 371 p.

- JACOBI, K. K.; WONGA, L. S.; GILES, J. E. Effect of fruit maturity on quality and physiology of high-humidity hot air-treated 'Kensington' mango (*Mangifera indica* Linn.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, n. 1/2, p. 149-159, 1995.
- JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Non-destructive determination of firmness and yellowness of mango during growth and storage using visual spectroscopy. **Biosystems Engineering**, London, v. 94, n. 3, p. 397-402, 2006a.
- JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006b.
- LUCENA, E. M. P. de; ASSIS, J. S. de; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M. da; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' no Vale do São Francisco, Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 96-101, 2007.
- MORAIS, P. L. D. de; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N. de; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2003.
- PRODUÇÃO integrada. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_182_24112005115229.html>. Acesso em: 15 mar. 2008.
- PROTRADE. **Mango**: manual de exportación: frutas tropicales y hortalizas. Eschborn: GTZ, 1992. 34 p.
- ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A. de; SILVA, G. G. da; AMBRÓSIO, M. M. de Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.
- SAÑUDO, R.; BUSTILLOS, R. J. A.; GARCIA, L. P. de L.; MOLINA, E. B.; NUÑO, S. O.; ANGEL, D. N. **Manejo postcosecha del mango**. Emex: A.C., 1997. 92 p.
- SARANWONG, S.; SORNSRIVICHAI, J.; KAWANO, S. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, n. 1/2, p. 137-145, 2004.
- SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 326-334, 2007.
- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.
- WILLS, R. B. H.; McGLASSON, W. B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. C. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5. ed. Wallingford: New South Wales University, 2007. 227 p.