

CONTROLE DO AMADURECIMENTO DE GOIABAS 'PEDRO SATO' TRATADAS POR FRIO

¹ Gabriel Henrique Horta de Oliveira, estudante de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG. Email gabriel_ufv@yahoo.com.br.

² Paulo Cesar Corrêa, Prof. Associado, Universidade Federal de Viçosa, Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG.

³ Fernanda Machado Baptestini, estudante de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG.

⁴ Rafael Leite de Freitas, graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG.

⁵ Davi de Sousa Lima Vasconcellos, graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG.

RESUMO

Durante a vida de prateleira de frutas ocorrem vários processos físico-químicos, em que a forma, a cor, o aroma, o sabor, o aspecto, dentre outros, são afetados e, conseqüentemente, o seu valor comercial. Como as frutas têm um curto período de vida de prateleira, o estudo das transformações destas características ao longo do armazenamento é importante para a obtenção de processos que visem à manutenção das características desejadas por um maior período de tempo. Assim, o presente trabalho teve por objetivo determinar os efeitos do tratamento por frio sobre a qualidade pós-colheita de goiabas (cv. Pedro Sato). As goiabas foram colhidas manualmente quando a cor da casca começou a mudar de verde-escura para verde-clara, avaliando-se a textura por meio de teste de compressão entre placas planas paralelas, pelas mudanças na coloração da casca e da polpa (h^* , C^* , ΔE), pela perda de massa e pelo teor de sólidos solúveis totais, durante dez dias de armazenamento. Os frutos de goiabeira foram adquiridos diretamente com o produtor da região da cidade de Viçosa, MG, Brasil. Posteriormente, foram divididos em dois lotes: frutos armazenados em temperatura de 15 ± 1 °C e 85-90 % de umidade relativa em câmaras BOD e em temperatura ambiente (25 ± 3 °C, 75-80 %). As análises foram realizadas diariamente até o décimo dia, sendo utilizados três frutos para cada condição de temperatura e tempo, com três repetições em cada fruto. A firmeza do produto decresceu ao longo do armazenamento. O índice croma teve um incremento de 35,09 e 32,93 % para a cor da casca dos frutos armazenados a 25 e 15 °C, respectivamente. O mesmo índice para a cor da polpa aumentou de 8,33 e 4,39 % nas temperaturas de 25 e 15 °C, respectivamente. A perda de massa dos frutos armazenados a 25 °C foi maior em cerca de 69 % comparado ao fruto a 15 °C. Os sólidos solúveis totais variaram positivamente até o 4º e 5º dia para as temperaturas de 25 e 15 °C, respectivamente, diminuindo gradativamente após estes dias, ao longo do armazenamento.

PALAVRAS CHAVE: *Psidium guajava* L., atmosfera controlada, qualidade pós-colheita.

RIPENING CONTROL OF 'PEDRO SATO' GUAVAS TREATED BY COLD

ABSTRACT

During the shelf-life of fruits, several physical-chemical processes occurs, in which the shape, color, odor, flavor, visual aspect, among other features are affected and, consequently, the products commercial value. Due to the fact that fruits have short shelf life, the study of the alterations of these characteristics during storage is important in order to obtain procedures that aim to maintain the desired characteristics of the product for a longer time. Therefore, the present work had the objective to determinate the effects of cold treatment over the post-harvest quality of guavas (cv. Pedro Sato). The guavas were manually harvested with the skin color changing from dark-green to light-green stage, being evaluated: texture, by means of compression test between parallel plane plates; color changes of skin and pulp (h^* , C^* , ΔE); weight loss and total soluble solids content during ten days of storage. The guavas were obtained from a local producer of Viçosa city, MG, Brazil. Afterwards the product was divided into two groups: fruits stored at temperature of 15 ± 1 °C and 85-90 % of relative humidity in BOD chambers, and fruits stored under environmental conditions (25 ± 3 °C, 75-80 %). The analyses were accomplished daily until the tenth day, being used nine fruits for each condition of temperature and time. Texture was evaluated by means of the products firmness, and this parameter decreased during storage. Chrome index had an increment of 35.09 and 32.93 % for the peel color of fruits stored in 25 and 15 °C, respectively. The same index for the pulp increased 8.33 and 4.39 % at temperatures of 25 and 15 °C, respectively. Weight loss of the fruits stored in 25 °C was 69 % higher than the fruit under 15 °C. Total soluble solids varied positively until the 4th and 5th day of storage, respectively for temperatures of 25 and 15 °C, decreasing after these days, throughout storage.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., controlled atmosphere, post harvest quality.

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) vem nos últimos anos se destacando dentre as frutas tradicionalmente produzidas em regiões tropicais e subtropicais devido ao seu valor nutritivo (vitamina C, minerais, fibras, beta-caroteno e licopeno), ao aumento do consumo *in natura* e, principalmente, à indústria de processamento de polpa.

O aumento do consumo dos frutos da goiabeira acarreta sua maior produção, aumentando a disponibilização deste produto no mercado. No entanto, este aumento está condicionado às exigências do mercado de fornecimento de frutos uniformes quanto ao tamanho, forma e cor, levando à necessidade da melhoria dos processos pós-colheita de conservação da qualidade do produto. De acordo com PRADO *et al.* (2005), a qualidade dos frutos é atribuída às suas características físicas (tamanho, forma e cor) e à sua composição nutricional, resultando nas propriedades organolépticas exigidas pelo mercado.

A goiaba é um fruto climatério, altamente perecível, e completa seu processo de amadurecimento em poucos dias quando mantido em temperatura ambiente (BLEINROTH, 1996), exigindo, portanto, uma rápida comercialização. Esta alta

perecibilidade dos frutos é o principal problema enfrentado pelos produtores na comercialização da fruta *in natura*, tanto no mercado nacional como para a exportação (AZZOLINI, 2002).

A qualidade dos produtos agrícolas pode ser avaliada sob diferentes aspectos, podendo diferir entre regiões devido aos valores culturais de consumo. Usualmente, utilizam-se a cor e a firmeza como meio de avaliação da aceitabilidade dos produtos pelos consumidores, seguidas de aroma e sabor. O sabor é afetado principalmente pelo pH do produto e pelo seu teor de sólidos solúveis totais.

As mudanças na coloração da casca durante o amadurecimento de frutos são devidas tanto a processos degradativos quanto a processos sintéticos que ocorrem ao mesmo tempo (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Os principais processos envolvidos na perda da coloração verde dos frutos durante o amadurecimento são a degradação da clorofila e a síntese de caroteno (CROSS, 1987). Já a mudança da coloração rosa para vermelho intenso da polpa é provavelmente decorrente de biossíntese de licopeno presente no fruto.

Após a aparência visual, o parâmetro qualitativo com maior fator impactante para o consumidor é a textura. Ela pode ser avaliada por diferentes aspectos, como, por exemplo, a firmeza (CHITARRA & CHITARRA, 2005), sendo que suas propriedades se alteram durante o processo de amadurecimento (CHEN & RAMASWAMY, 2002). Segundo ABBOTT (1999) e BOURNE (2002), há vários testes para a avaliação da firmeza em alimentos, sendo que o teste de compressão tem sido frequentemente utilizado como indicador de qualidade, bem como na caracterização das propriedades mecânicas, químicas e reológicas do fruto (MOHSENIN, 1986; CESPI et al., 2007; BELLIDO & HATCHER, 2009a; BELLIDO & HATCHER, 2009b; LIEN et al., 2009).

A textura é afetada pela perda de massa dos frutos, bem como a composição química da casca e da polpa dos frutos. A perda de massa é um processo que ocorre, principalmente, pela perda de água decorrente das taxas de transpiração, variando com o tempo e as condições de armazenamento. Ela leva ao amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e a alterações na cor e sabor. Para SIGRIST (1988), fatores ambientais, como umidade relativa e temperatura, são determinantes no controle e redução das perdas de água na pós-colheita em goiabas.

O teor de sólidos solúveis totais é geralmente utilizado como índice de maturação, sendo mensurado através da escala numérica Brix. A escala Brix é utilizada na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares em sucos de fruta, vinhos e na indústria de açúcar. A temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento são fatores que influenciam no grau Brix, uma vez que, em baixas temperaturas, as atividades metabólicas são retardadas, reduzindo a síntese e degradação dos polissacarídeos e carboidratos, afetando assim o teor de sólidos solúveis.

Informações a respeito da firmeza dos frutos, da perda de massa e dos fenômenos bioquímicos são importantes na pós-colheita dos frutos, pois podem ajudar a responder a perguntas sobre como manter sua qualidade do campo até a mesa do consumidor. Estas informações são utilizadas para que se possa ter o mínimo de perda de qualidade dos frutos, desde sua produção até a oferta dos produtos aos consumidores. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar as alterações na massa, coloração, sólidos solúveis e textura dos frutos de goiabeira ao longo do seu armazenamento sob duas diferentes temperaturas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Propriedades Físicas e Avaliação de Qualidade de Produtos Agrícolas no Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem – CENTREINAR, localizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

Foram utilizados no experimento frutos de goiabeira, cultivar Pedro Sato, provenientes do mercado local da cidade de Viçosa, MG. As goiabas foram selecionados visando à escolha de frutos sem danificações e deformações visíveis, doenças e outros, com a finalidade de se obter um produto homogêneo e de melhor qualidade.

Após a seleção, os frutos foram divididos e armazenados a 15 °C (temperatura recomendada para o armazenamento) e à temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C, por dez dias, em câmaras incubadoras (B.O.D.). Para cada condição de armazenamento, foram realizadas três repetições.

As leituras foram realizadas diariamente, sendo que as análises dos frutos a 15 °C foram realizadas após os mesmos serem acondicionados à temperatura ambiente por 2 h, para evitar os efeitos da temperatura de armazenagem na medição dos testes.

A firmeza dos frutos foi avaliada por meio de ensaios de compressão, realizados em um Aparelho Universal de Testes, *TA.HD Texture Analyser, Stable Micro Systems*, também conhecido como texturômetro, dotado do software *Texture Expert for Windows®* com uma célula de carga de 500 N. Para este teste, um probe de prato plano circular com 100 mm de diâmetro foi utilizado, com uma velocidade constante de 0,06 m min⁻¹, durante 10 s. Com a obtenção das curvas de compressão do produto (força em função da deformação), foram estimados os valores da força máxima sustentada pelo fruto (firmeza) e sua respectiva deformação.

A porcentagem de perda de água dos frutos de goiabeira foi determinada por meio da diferença de massa no tempo analisado em relação ao tempo zero (Equação 1).

$$P = \frac{M_{(t=0)} - M_{(t=t)}}{M_{(t=0)}} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

P: perda de água, %;

M_(t=0): massa do fruto no tempo zero, g; e

M_(t=t): massa do fruto no tempo t, g.

A quantificação da cor dos frutos de goiabeira foi realizada com auxílio de um colorímetro tristímulo, com leitura direta de reflectância das coordenadas L* (luminosidade), a* (tonalidades vermelha/verde) e b* (tonalidades amarela/azul), empregando a escala Hunter-Lab, utilizando o iluminante 10°D60, em três repetições por fruto analisado.

A partir dos valores de L*, a* e b*, foram calculados os índices colorimétricos: o croma (C*), que define a intensidade e a pureza de uma cor (Equação 2), e o ângulo hue (h°), que define a tonalidade da cor (Equação 3): 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180°

(verde) e 270° (azul). O ΔE , que é a diferença total de cor levando-se em consideração as condições iniciais de armazenamento dos frutos, foi calculado pela Equação 4.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

$$h^* = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (3)$$

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

Para a determinação da quantidade aproximada de açúcar presente na goiaba, foi utilizado refratômetro portátil, marca Nova, modelo 113, para a leitura de valores de °Brix.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a firmeza dos frutos em cada temperatura analisada ao longo dos dez dias de armazenamento.

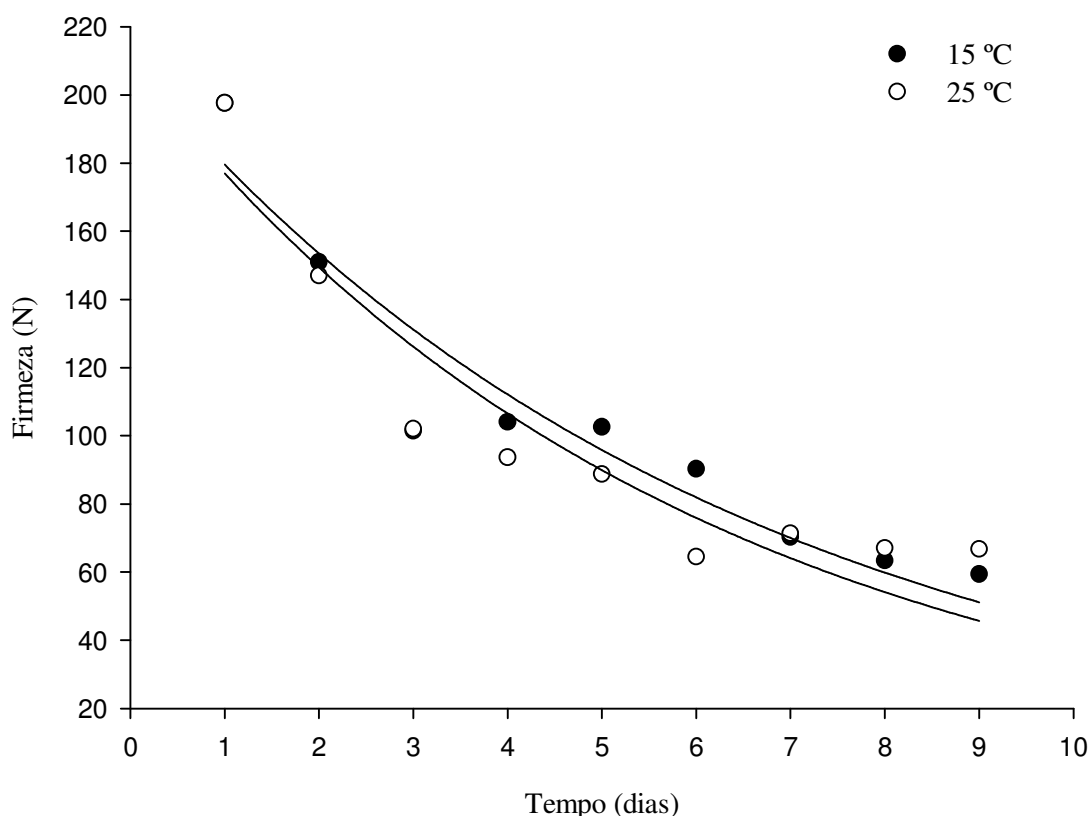


Figura 1. Valores observados e estimados de firmeza dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

Analisando a Figura 1, pode-se observar que o comportamento da firmeza dos frutos, para ambas as temperaturas de armazenamento, foi de perda exponencial até o 3º dia de armazenamento, continuando a decrescer com menor intensidade a partir do

4º dia de análises. Este fato também foi observado por LANA et al. (2005) trabalhando com tomates minimamente processados. Estes autores relatam que a perda de firmeza se deve basicamente ao estágio de maturação em que o produto se encontra e à temperatura de armazenamento. Pela Figura 1 podemos chegar à conclusão de que, na temperatura de 15 °C, os frutos são de melhor qualidade por apresentarem maiores valores de firmeza. Entretanto, pode-se perceber que, a partir do 7º dia de armazenamento, esta diferença desaparece, indicando que o efeito da temperatura na manutenção da firmeza do produto se anula após sete dias de armazenamento, para os frutos da goiabeira no estágio de maturação utilizado. Nesta primeira semana, os frutos armazenados a 15 °C perderam cerca de 54,32 % de sua firmeza inicial, enquanto para os frutos a 25 °C a perda foi de 67,39 %.

PRADO et al. (2005), estudando os efeitos do teor de cálcio no solo em vários fatores de qualidade em goiabas, também obtiveram este decréscimo da firmeza dos frutos ao longo do armazenamento. Estes autores relacionaram esta perda com a solubilização das substâncias pécicas, em que ocorre a conversão da pectina insolúvel para pectina solúvel durante o armazenamento, causando o amolecimento dos frutos e consequente redução da sua resistência à compressão.

A Tabela 1 mostra as equações de regressão para a firmeza dos frutos de goiabeira nas duas temperaturas analisadas. A regressão foi significativa a 1 % para as duas temperaturas analisadas.

Tabela 1. Equações de regressão da firmeza (F) dos frutos da goiabeira, nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento (t).

Temperatura (°C)	Equação	p -valor	R^2 (%)
15	$F = 210,1145 \exp(-0,1570^{**} t)$	0,0001	89,41
25	$F = 209,6676 \exp(-0,1693^{**} t)$	0,0002	86,05

A Figura 2 ilustra a perda de massa dos frutos em cada temperatura analisada ao longo dos dez dias de armazenamento.

A perda de massa dos frutos armazenados à temperatura de 25 °C foi maior que a dos frutos armazenados a 15 °C, fato este esperado, uma vez que a duração e a temperatura de armazenamento têm efeitos significativos na perda de massa (JAVANMARDI & KUBOTA, 2006). Esse fato está ligado às diferentes taxas de transpiração do produto em diferentes temperaturas. Segundo MAHAJAN *et al.* (2008), a taxa transpiratória é influenciada por diversos fatores, como temperatura, umidade, área superficial, taxa de respiração do produto e o movimento de ar.

Outros trabalhos também obtiveram maiores perda de massa em temperaturas maiores quando comparadas às temperaturas baixas. VAN DIJK *et al.* (2006) estudaram as propriedades qualitativas durante o armazenamento de tomates, SINGH & REDDY (2006) analisaram a pós-colheita de laranjas e SHIN *et al.* (2007) avaliaram as alterações das propriedades qualitativas de morango ao longo da armazenagem em três diferentes temperaturas, obtendo este comportamento. A taxa de perda de massa na temperatura de 15 °C foi de 0,10 % ao dia, enquanto para os frutos armazenados à temperatura de 25 °C foi de 0,17 %.

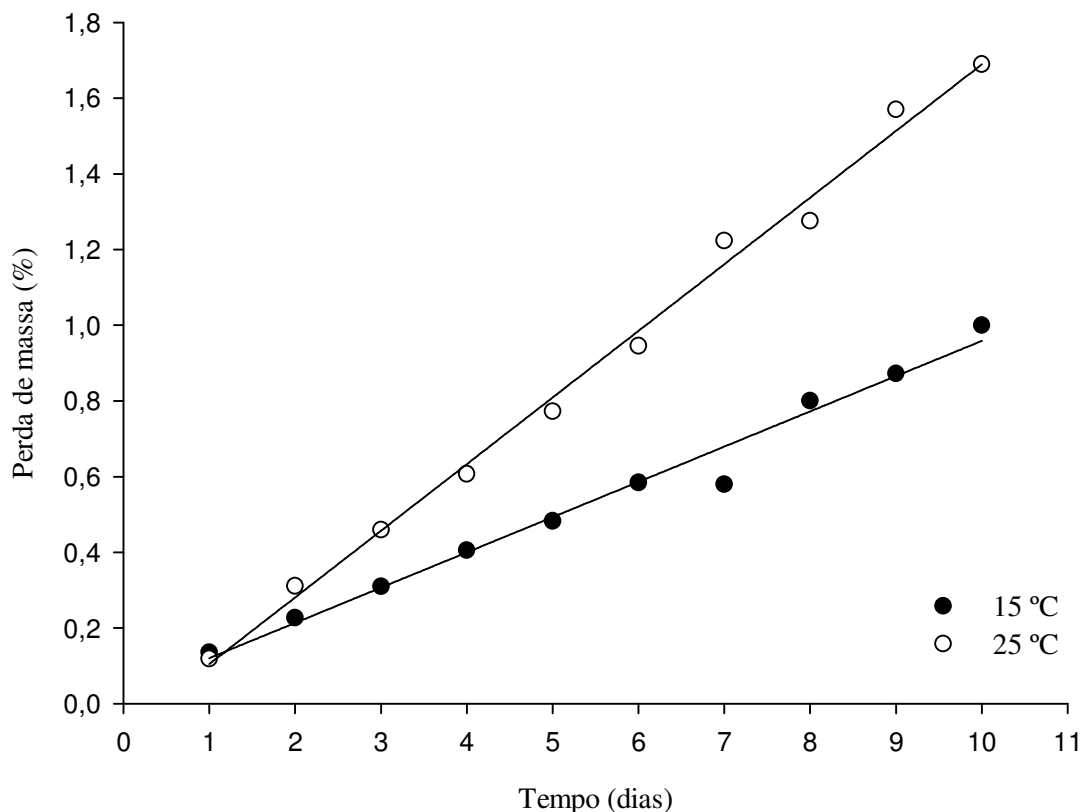


Figura 2. Valores observados e estimados de perda de massa dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

A Tabela 2 mostra as equações de regressão para a perda de massa dos frutos de goiabeira nas duas temperaturas analisadas. Nota-se que em ambas as temperaturas a regressão foi significativa a 1 % com um ajuste satisfatório dos dados experimentais (> 98 %).

Tabela 2. Equações de regressão da perda de massa (P) dos frutos da goiabeira, nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento (t).

Temperatura (°C)	Equação	p -valor	R^2 (%)
15	$P = 0,0271 + 0,0932^{**}t$	<0,01	98,22
25	$P = -0,0715 + 0,1761^{**}t$	<0,01	99,40

A Figura 3 mostra o comportamento do índice de saturação croma para a coloração da casca e da polpa das goiabas ao longo do armazenamento, nas temperaturas de armazenagem de 15 e 25 °C.

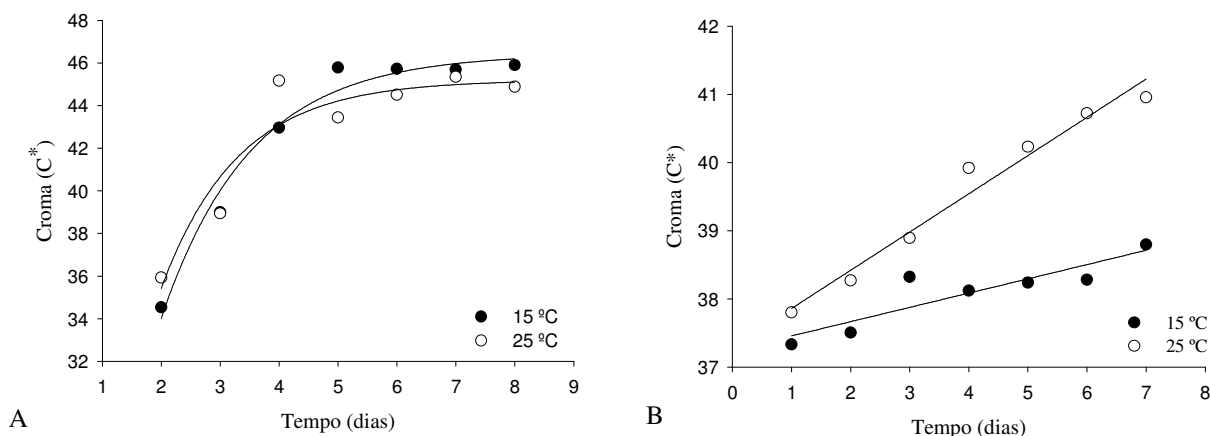


Figura 3. Valores observados e estimados de índice croma (C^*) da casca (A) e da polpa (B) dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

O comportamento deste índice foi de aumento ao longo do armazenamento, indicando um decréscimo da tonalidade da coloração da casca e da polpa dos frutos. Quanto menor o valor do croma, menos pura é a cor, ou seja, quanto menor o valor do croma, menos clara será a diferenciação entre tonalidades. Assim, o aumento nos valores de croma indica, juntamente com a evolução do ângulo hue, a tendência para o amadurecimento, levando a coloração a se tornar mais homogênea (menor tonalidade e aumento da pureza da cor), fato este esperado. Outros autores, trabalhando com diferentes frutos, também observaram este comportamento (MUSKOVICS *et al.*, 2006; BASSETTO *et al.*, 2005; HERNÁNDEZ *et al.*, 2007).

Analisando a Figura 3-A, podemos notar também que o croma da casca dos frutos de goiabeira teve um comportamento semelhante entre as temperaturas analisadas, com a tendência de se igualarem ao longo do armazenamento. Para a coloração da polpa, o mesmo não pode ser concluído, uma vez que na temperatura de 25 °C este índice teve um maior incremento ao longo do tempo. O croma da casca dos frutos obteve um aumento aproximado de 35,09 % para os frutos armazenados a 25 °C e 32,93 % para a temperatura de 15 °C. Já para o croma da polpa, a temperatura de 15 °C teve um incremento de 4,39 %, enquanto um aumento de 8,33 % foi observado para a temperatura de 25 °C. Isso indica que ocorre pouca alteração na coloração da polpa dos frutos, em vista também das pequenas diferenças nos valores de ângulo hue e diferença total de cor ao longo do armazenamento.

A Figura 4 mostra o comportamento do ângulo hue para a coloração da casca e da polpa das goiabas ao longo do armazenamento, nas temperaturas de armazenagem de 15 e 25 °C.

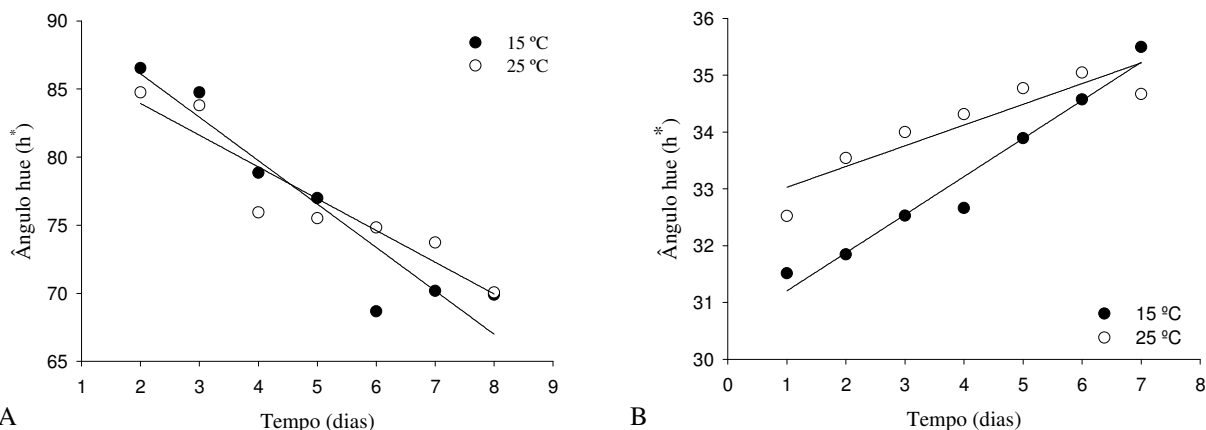


Figura 4. Valores observados e estimados de ângulo hue (h^*) da casca (A) e da polpa (B) dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

BASSETTO *et al.* (2005), também trabalhando com goiabas (cv. Pedro Sato), porém utilizando de 1-metilciclopropeno para controlar a maturação, encontraram o mesmo comportamento que o observado neste trabalho para os valores de ângulo hue da casca (Figura 4-A). O mesmo ocorreu em mamões (cv. Golden) armazenados a 22 °C, durante 15 dias (JACOMINO *et al.*, 2007). Os valores de ângulo hue observados na Figura 3-A mostram a tendência da coloração da casca dos frutos da goiabeira de se alterar do amarelo para o alaranjado. De acordo com FERRER *et al.* (2005), as mudanças na coloração de diversos frutos envolvem a perda de clorofila pela atividade da enzima clorofilase, além da síntese de novos pigmentos, como, por exemplo, os carotenoides e/ou as antocianinas, bem como o desmascaramento de outros pigmentos que foram formados anteriormente durante o desenvolvimento dos frutos.

O ponto de colheita dos frutos sugere o comportamento da Figura 4-B. A esperada diminuição do ângulo hue para a polpa dos frutos não ocorreu possivelmente pelo fato de o fruto ter atingido um grau de maturação desejado pelo consumidor para o consumo *in natura* no início do experimento (vermelho salmão). Com isso, a baixa variação deste índice colorimétrico com uma ligeira tendência de aumento ao longo do armazenamento é relacionada à degradação dos carotenóides e outros componentes, levando à alteração do vermelho para tonalidades mais claras do vermelho. As baixas alterações na coloração da polpa dos frutos também foram observadas por LIMA *et al.* (2007) estudando as alterações dos frutos da mangueira ao longo de 22 dias de armazenamento.

A evolução da diferença total de cor para a coloração da casca e da polpa das goiabas ao longo do armazenamento, nas temperaturas de armazenagem de 15 e 25 °C está evidenciada na Figura 5.

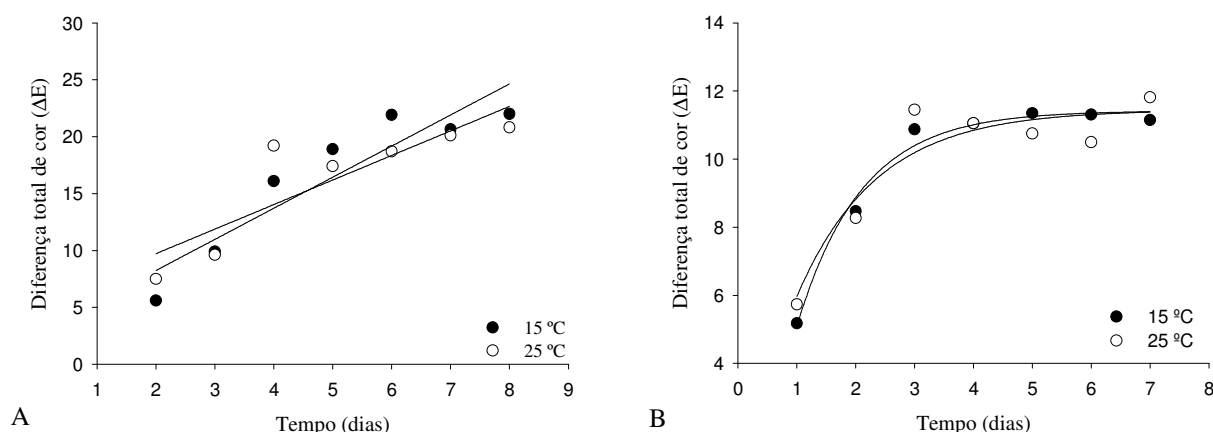


Figura 5. Valores observados e estimados de diferença total de cor (ΔE) da casca (A) e da polpa (B) dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

Nota-se pela Figura 5 que a diferença total de cor da casca dos frutos foi maior em comparação com sua polpa como mencionado anteriormente. Em ambas houve um aumento ao longo do experimento, sendo em média de quatro vezes para a casca e de duas vezes para a polpa dos frutos. Pode-se observar também que a coloração da polpa tende a se estabilizar a partir do 3º dia de análises, enquanto para a casca isso não ocorre.

As Tabelas 3 e 4 contêm as equações de regressão dos índices colorimétricos analisados e seus respectivos coeficientes de determinação e significância (*p*-valor) nas duas diferentes temperaturas de armazenagem.

Tabela 3. Equações de regressão dos índices de croma (C^*), ângulo hue (h^*) e diferença total de cor (ΔE) para a casca dos frutos de goiaba, nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do tempo (*t*) de armazenamento.

Temperatura (°C)	Equação	R ² (%)	<i>p</i> -valor
15	$C^* = 46,4313(1 - 0,5171^{**t})$	97,32	<0,01
	$h^* = 92,4886 - 3,1870^{**}t$	86,87	0,14
	$\Delta E = 2,7664 + 2,7352^{**}t$	82,41	0,30
25	$C^* = 45,1984(1 - 0,4649^{**t})$	82,70	<0,01
	$h^* = 88,6033 - 2,3319^{**}t$	85,58	0,18
	$\Delta E = 5,3974 + 2,1590^{**}t$	70,81	1,09

Tabela 4. Equações de regressão dos índices de croma (C^*), ângulo hue (h^*) e diferença total de cor (ΔE) para a polpa dos frutos de goiaba, nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do tempo (*t*) de armazenamento.

Temperatura (°C)	Equação	R ² (%)	<i>p</i> -valor
15	$C^* = 37,2480 + 0,2093^{**}t$	76,39	0,63
	$h^* = 30,5334 + 0,6706^{**}t$	95,62	<0,01

	$\Delta E = -4,3132 + 15,7312(1 - 0,4020^{**t})$	97,81	0,22
	$C^* = 37,2981 + 0,5609^{**t}$	96,44	<0,01
25	$h^* = 32,6631 + 0,3649^{**t}$	79,04	0,46
	$\Delta E = 11,4451(1 - 0,4788^{**t})$	87,31	0,05

A Figura 6 relata os valores observados e estimados de sólidos solúveis totais mensurados pela escala Brix para as temperaturas de armazenagem estudadas no presente trabalho.

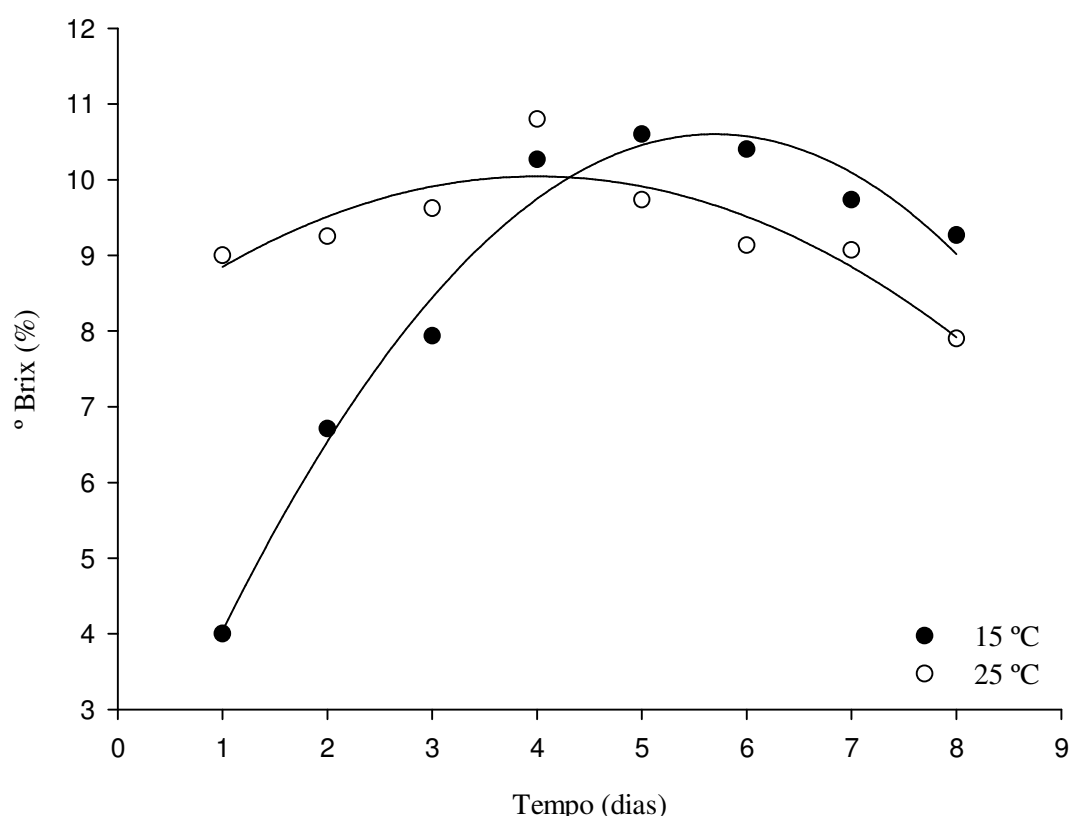


Figura 6. Valores observados e estimados de sólidos solúveis totais (° Brix) dos frutos de goiabeira nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento.

Observa-se pela Figura 6 que os frutos armazenados a 25 °C têm um maior valor de sólidos solúveis totais (açúcar) no 1º dia de análise, com ápice no 4º dia, indicando que nesta temperatura ocorre uma rápida biossíntese dos componentes quando comparado com os frutos a 15 °C. Entretanto, a partir do 5º dia, o teor de sólidos solúveis totais começa a decair com a continuação da armazenagem, indicando o início da sua degradação ocasionado pelo fruto para que o mesmo continue com suas funções metabólicas.

Uma lenta biossíntese dos componentes da polpa do fruto é observada nos frutos armazenados a 15 °C, atingindo o patamar somente no 5º dia de armazenamento

e se mantendo em um maior valor quando comparado aos frutos a 25 °C no mesmo período, indicando que nesta temperatura há maior manutenção da qualidade do produto ao longo do tempo. REIS NETO (2006) observou o mesmo comportamento de superioridade de valores finais de sólidos solúveis totais em ambientes refrigerados em relação às condições ambientais de laboratório para mamão.

As equações de regressão para estimar os valores de sólidos solúveis totais nas temperaturas estudadas estão descritas na Tabela 5, bem como seus respectivos coeficientes de determinação e significância (*p-valor*).

Tabela 5. Equações de regressão do comportamento do conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos da goiabeira, nas temperaturas de 15 e 25 °C, ao longo do armazenamento (*t*).

Temperatura (°C)	Equação	<i>p-valor</i>	R ² (%)
15	$SST = 0,9483 + 3,3907t - 0,2978^{**}t^2$	0,0002	96,97
25	$SST = 7,9179 + 1,0625t - 0,1328^{**}t^2$	0,0114	70,89

CONCLUSÕES

As alterações fisiológicas que ocorrem nos frutos climatéricos após a colheita amadurecem os frutos, sendo este fato correlacionado com a textura, a coloração da casca e da polpa dos frutos. A firmeza decresceu com o aumento do tempo de armazenagem dos frutos em ambas as temperaturas, sendo que os frutos armazenados em menor temperatura obtiveram melhores índices durante os primeiros sete dias de armazenamento. O croma, ângulo hue e a diferença total de cor variaram ao longo do armazenamento dos frutos da goiabeira, sendo que para a temperatura de 25 °C estes índices tiveram maiores variações em seus valores em relação aos frutos armazenados a 15 °C. O teor de sólidos solúveis totais aumentou no decorrer da maturação dos frutos em ambas as temperaturas, sendo constatado um decréscimo a partir da metade do tempo de armazenamento em função da degradação destes sólidos devido à respiração dos frutos para a obtenção de energia. A temperatura de 15 °C obteve uma leve superioridade dos valores de sólidos solúveis totais, indicando que nesta temperatura o tempo de vida de prateleira dos frutos é estendida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Brasil, pela indispensável ajuda financeira para a conclusão do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, n. 3, p. 207-225. 1999.

AZZOLINI, M., JACOMINO, A.P., and BRON, I.U. 2004. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39(2): 139-145.

BASSETTO, E., JACOMINO, A.P., PINHEIRO, A.L., and KLUGE, R.A. 2005. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology** 35: 303–308.

BELLIDO, G.G.; HATCHER, D.W. Asian noodles: Revisiting Peleg's analysis for presenting stress relaxation data in soft solid foods. **Journal of Food Engineering**, v. 92, p. 29–36. 2009a.

BELLIDO, G.G.; HATCHER, D.W. Stress relaxation behaviour of yellow alkaline noodles: Effect of deformation history. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 460–467. 2009b.

BLEINROTH, E.W. 1996. **Colheita e beneficiamento**. In: Gorgatti NA, Garcia AE, Ardito EFG, Garcia EEC, Bleinroth EW, Matalio M, Chitarra MIF, Borin MR (eds), *Goiaba para Exportação: Procedimentos de Colheita e Pós-Colheita*, pp.12-23. EMBRAPA, Brasília. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

BOURNE, M. Food texture and viscosity: concept and measurement. New York: **Academic Press**, 427p. 2002.

CESPI, M.; BONACUCINA, G.; MISICI-FALZI, M.; GOLZI, R.; BOLTRI, L.; PALMIERI, G.F. Stress relaxation test for the characterization of the viscoelasticity of pellets. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 67, p. 476–484. 2007.

CHEN, C.R., RAMASWAMY, H.S. Color and texture change kinetics in ripening bananas. **Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie**, v. 35, p. 415-419. 2002.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. 1990. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. 320p.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CROSS, J. 1987. **Pigments in fruit**. London: Academic. 303p.

FERRER, A., REMÓN, S., NEGUERUELA, A.I., and ORIA, R. 2005. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. **Scientia Horticulturae** 105: 435–446.

HERNÁNDEZ, M.S., MARTÍNEZ, M.S., and FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. 2007. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. **Scientia Horticulturae** 111: 220–227.

JACOMINO, A.P., TREVISAN, M.J., ARRUDA, M.C., and KLUGE, R.A. 2007. Influência do intervalo entre a colheita e a aplicação do 1-metilciclopropeno no controle do amadurecimento de mamão. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29: 456-459.

JAVANMARDI, J., and KUBOTA, C. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology** 41: 151–155.

LANA, M.M.; TIJSKENS, L.M.M.; VAN KOOTEN, O. Effects of storage temperature and fruit ripening on firmness of fresh cut tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, n. 1, p. 87-95. 2005.

LIEN, C.; AY, C.; TING, C. Non-destructive impact test for assessment of tomato maturity. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 3, p. 402–407. 2009.

LIMA, M.A.C., SILVA, A.L., SANTOS, P.S., and AZEVEDO, S.S.N. 2007. Época de aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno e frigoarmazenamento na vida útil de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29: 445-450.

MAHAJAN, P.V., OLIVEIRA, F.A.R., and MACEDO, I. 2008. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. **Journal of Food Engineering** 84: 281–288.

MOHSENIN, N. Physical properties of plant and animal materials. 2 ed. New York: **Gordon and Breach**, 1986. 534 p.

MUSKOVICS, G., FELFÖLDI, J., KOVÁCS, E., PERLAKI, R., and KÁLLAY, T. 2006. Changes in physical properties during fruit ripening of Hungarian sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. **Postharvest Biology and Technology** 40: 56–63.

PRADO, R.M., NATALE, W., and SILVA, J.A.A. 2005. Liming and quality of guava fruit cultivated in Brazil. **Scientia Horticulturae** 106: 91-102.

REIS NETO, S.A. 2006. **Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*) cv. Golden Armazenado sob atmosferas modificadas**. M. Sc. Thesis. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

SHIN, Y., LIU, R.H., NOCK, J.F., HOLLIDAY, D., and WATKINS, C.B. 2007. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. **Postharvest Biology and Technology** 45: 349–357.

SIGRIST, J.M.M. 1988. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais: manual técnico**. Instituto de Tecnologia de Alimentos 3: 29-33.

SINGH, K.K., and REDDY, B.S. 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. **Journal of Food Engineering** 73: 112–120.

VAN DIJK, C., BOERIU, C., PETER, F., STOLLE-SMITS, T., and TIJSKENS, L.M.M. 2006. The firmness of stored tomatoes (cv. Tradiro). 1. Kinetic and near infrared models to describe firmness and moisture loss. **Journal of Food Engineering** 77: 575–584.